

Sistema de préstec i control de material de laboratori

Leonardo Badilla Daza

Albert Biosca Yuste

Nil Salvo Nieto

Ramon Sagalés i Costa

Departaments de Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica,
Mecànica, de Disseny Industrial i Desenvolupament del Producte i
Informàtica

**Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la
Geltrú**



**Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

COGNOMS: Badilla Daza

NOM: Leonardo

TITULACIÓ: Eng. Informàtica

PLA:

DIRECTOR: Balduí Blanqué

DEPARTAMENT: Enginyeria elèctrica

COGNOMS: Biosca Yuste

NOM: Albert

TITULACIÓ: Eng. Mecànica

PLA:

DIRECTOR: Balduí Blanqué

DEPARTAMENT: Enginyeria Elèctrica

COGNOMS: Sagalés i Costa

NOM: Ramon

TITULACIÓ: Grau en enginyeria electrònica i automàtica

PLA:

DIRECTOR: Balduí Blanqué

DEPARTAMENT: Enginyeria elèctrica

COGNOMS: Salvo Nieto

NOM: Nil

TITULACIÓ: Eng. de Disseny industrial i desenvolupament del producte.

PLA:

DIRECTOR: Balduí Blanqué

DEPARTAMENT: Enginyeria elèctrica

QUALIFICACIÓ DEL TFG

TRIBUNAL

PRESIDENT

SECRETARI

VOCALS

DATA DE LECTURA: Octubre de 2018

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: No

RESUM

El projecte té com a objectiu el disseny d'un armari d'eines automàtic, que proporciona valor afegit respecte els existents actualment al mercat. Això es durà a terme tenint en compte tant tots els aspectes del disseny com el compliment de les normatives vigents.

Aquest producte, dissenyat per guardar de forma ordenada, segura i de ràpida accessibilitat eines manuals, mantindrà aquestes funcions principals i se li afegixen noves funcionalitats per donar servei de forma autònoma. Ha de permetre que les persones usuàries no depenguin del personal de la universitat per accedir a les eines. A més, permet la traçabilitat de les eines a través dels usuaris.

Això permet alliberar les eines que abans estaven anclades al banc, facilitant la tasca del professorat i de l'alumnat. A part, la traçabilitat de les eines farà disminuir els furtis i males pràctiques ajudant a fer un ús més responsable dels recursos de la universitat, que, al final, en son de tots i totes.

Un objectiu secundari és l'explotació de totes les dades que l'armari va generant per preveure millor quan s'han de reparar o reposar noves eines. Es vol que la llicència del codi sigui creative commons perquè es pugui reutilitzar més enllà del projecte i la comunitat de desenvolupadors el puguin millorar i així fer créixer el moviment cc.

Per assolir els objectius establerts es disposarà dels següents recursos:

Un equip de 4 enginyers, de diferents especialitats (disseny, electronica, informatica i mecànica) per a garantir un estudi complet en tots els aspectes del projecte.

Per a l'organització i planificació de les tasques del dia a dia del projecte, s'ha fet servir el taulell Kanban. S'han dut a terme reunions telemàtiques setmanals i presencials quinzenals per a presentar els avenços de les tasques programades i l'incorporació de les mateixes al projecte.

Paraules clau (màxim 10):

Autonomia	Préstec	Armari	Eines
Laboratori	Seguretat	ReactJS	Accessibilitat
Arduino	RaspBerry		

ABSTRACT

The aim of this Project is to design an automatic cupboard for tools that will provide an added value to the existing ones in the market at the time. It will be carried out taking into account the outline of the product and the fulfillment of the valid regulations.

This product is designed in order to keep in an organized way and with fast access to the manual tools. Moreover, it will have the functionality to offer an autonomous service. It has to allow its users to access the different materials without being dependent on the university's workers. Another improvement of this cupboard is the possibility to monitor the tools in the studying community and see who is using each instrument.

In this way, the tools that were tied to the bank can be released, facilitating the access to professors and students. Besides, the monitoring of those tools will diminish robberies and bad practices; it will be helpful to spread the idea that the community has to be more responsible of its resources and use them properly, because, in the end, they belong to all.

A secondary aim is the exploitation of the data that the cupboard will have generated in order to plan when it will need to be repaired or to change some of the tools.

The license of the code will be in the Creative Commons so that it will be reused for other projects around the world and that the developer community will be able to improve it towards an enlargement of the Creative Commons movement.

In order to achieve these goals, it is required a team of 4 interdisciplinary engineers (design, electronics, informatics and mechanics) to guarantee a full study that takes into account all the dimensions of the project.

For the organization and planning of the day by day tasks, the Kandan schedule has been used. There has also been telematic meetings every week and face-to-face encounters every two weeks to present the advances of the scheduled tasks and the incorporation in the project.

Keywords (10 maximum):

Autonomy	Loan	Cupboard	Tools
Lab	Security	ReactJS	Accessibility
Arduino	Raspberry		

APORTACIÓ INDIVIDUAL AL GRUP

La meua aportació dins del projecte, com a enginyer mecànic, és l'assegurament que tots els aspectos mecànics funcionin correctament. Que l'estructura aguanti sense patir deformació, que els elements mòbils puguin realitzar la seva funció... Per això en les meves responsabilitats estarà la de:

- Col·laborar en el disseny de l'estructura per assegurar la seva viabilitat tècnica.
- Elaboració de càlculs que justifiquin les eleccions de l'element, en aquesta línia es faran els càlculs següents:
 - Dimensionament del motor, que garanteixi el moviment dels elements en aquest punt es té en compte tant el motor que mou el plafó que conté les eines.
 - Dimensionament dels cargols d'ancoratge de l'armari a la paret.
 - Estudi infinitesimal dels esforços que pateix l'estructura.
 - Tria dels elements en base als càlculs obtinguts (materials, motors, dimensions...).

Per altra banda, també m'encarregaré de dissenyar el procés de fabricació, amb l'objectiu de simplificar-lo i fer-ho més econòmic tenint en compte les unitats a produir

Estructura del projecte

Aquesta memòria és el resultat del treball interdisciplinari de l'armari proposat pels serveis tècnics de laboratori (STL) de l'EPSEVG. El document queda organitzat en 5 capítols i 12 annexos finals.

Al **primer capítol**, trobarem l'estat de l'art. Aquí hem analitzat quin és el punt de partida del projecte: l'armari actual del laboratori i les necessitats que l'STL ens transmet. Hem volgut saber quins armaris industrials i no industrials existeixen i, sobretot, quins tenen les prestacions i ofereixen el que es pretén oferir en aquest projecte. Així es pot desenvolupar un producte totalment innovador i diferenciat de la resta, poguent agafar idees i millorar aplicacions ja existents que tenien alguna debilitat o que no s'ha adaptat al que es vol per aquest projecte. Aquest anàlisi previ permet saber quin és el disseny més adequat pel projecte, quines característiques i funcionalitats el diferenciarà de la resta d'armaris.

El **segon capítol** està dividit en dues parts: en la primera part es troben les propostes de disseny fruit de dinàmiques fetes i de reunions amb client per tal de poder tenir una perspectiva de totes les idees i escollir-ne la més adequada. La segona part s'hi detalla la proposta final que s'implementarà al tercer capítol. En aquesta segona part es justifica la implementació final: perquè hem decidit aquesta proposta i perquè descartem la resta.

Al **tercer capítol** es detalla la implementació de la proposta final que oferim. S'hi exposa diferenciadament les 4 parts elaborades per cadascú i les interrelacions que hi ha hagut: els plans de disseny i les funcionalitats que implementa l'armari, el funcionament mecànic de les parts mòbil, la comunicació de l'armari amb el servidor i finalment el servidor i l'aplicació de gestió de les reserves. Hi quedarà explicada la informació més rellevant i als annexos s'hi deixaran tots els càlculs, imatges i programa al complet per aprofundir més en el projecte.

Al **quart capítol** es fa una proposta de validation plan per una garantia de 3 anys, valorant la possibilitat de fer test de fred i de calor i de xoc tèrmic, tests consistent en caiguda lliure, de durabilitat dels seus components mòbils i humitat i salinitat. A més es presenta un pressupost per comercialitzar el sistema. Es fa una proposta de validation plan per poder assegurar que el producte que s'ofereix compleix amb els estàndards que es vol aconseguir pel nostre producte. El pressupost servirà per poder fer la proposta econòmica del producte, veure on es poden reduir costos i finalment comprovar que la proposta de negoci serà viable a mig-llarg termini. S'hauria de poder veure què costaria produir els 200 primers armaris.



Al **cinquè i últim capítol** hi trobem les conclusions del treball de fi de grau, les impressions i aprenentatges que els autors ens hem emportat i propostes de millora tant en el procés de disseny com de resultats finals. Això servirà per autoavaluar-nos i trobar maneres de millorar el nostre producte.

RESUM	3
ABSTRACT	4
Estructura del projecte	6
Introducció	15
a. Origen del projecte	16
b. Motivació	16
c. Objectius	17
CAPÍTOL 1: Estat de l'art. Què existeix actualment?	18
1. Estat de l'art	19
a. Introducció	19
b. Estudi de mercat	19
c. Estudi d'usuari	22
d. Estudi de client	23
d. Matriu DAFO	24
i. Objectiu	24
ii. Conclusions	25
e. Conclusions	25
CAPÍTOL 2: Disseny conceptual. La proposta.	26
2. Disseny conceptual	27
a. Introducció	27
b. Briefing	27
c. Brainstorming: primeres idees	28
3. Proposta formal	34
Conclusions	39
CAPÍTOL 3: Implementació.	40
4. Implementació del disseny de producte	41
a. Introducció	41
b. Eines	41
c. Disseny formal i funcional	41
i. Subconjunt estructura	41
ii. Subconjunt Panell	44
d. Ergonomia	45
i. Interacció usuari-producte	45
ii. Antropometria	46

iii. Dimensions adaptades	48
iv. Ergonomia cognitiva	50
e. Historial de versions	53
i. Cos de l'estructura	53
ii. Guia	55
f. Conclusions	56
5. Estudi mecànic i productiu del producte	57
a. Introducció	57
b. Eines	57
c. Implementació	58
d. Sistema productiu	63
e. Conclusions	66
6. Sensat i control de l'armari.	67
a. Introducció	67
b. Eines	68
c. El hardware	69
i. El Shield d'Arduino i la PCB	69
ii. LD1777: el regulador de voltatge	73
iii. Mòdul Wifi:	77
1. Programació	77
2. Alimentació i connexionat	79
3. Software	81
iv. LCD	82
v. Key Pad	83
vi. Antena RFID.	86
vii. Control de la persiana	87
viii. El control del moviment del panell: pont en H L298N	88
d. El software	91
i. Introducció	91
ii. Protecció de rebots del teclat per software	93
e. Potència	96
7. Aplicació de gestió del servei de préstecs	97
a. Abordament de l'aplicatiu	97
b. Tecnologia	97
i. IDE(Entorn de Desenvolupament integrat)	97
ii. Llenguatges de programació	100
iii. Servidor dades	106

2.	Creació d'un container amb Docker	111
c.	Funcionalitat	112
d.	Comunicació	114
c.	Aplicació Usuari	114
e.	Aplicació Usuari	115
i.	Introducció	115
ii.	Pantalla de registre	115
iii.	Pantalla de login	116
f.	Aplicació del Administrador	119
i.	Pantalla principal	119
g.	Estructura de carpetes	120
i.	Projecte ReactJS	120
ii.	Projecte .NET CORE 2.0	122
iii.	Projecte React Native	124
h.	Codi	124
CAPÍTOL 4: Test plan i pressupost.		125
8.	Proposta per a fer un test de validació	126
a.	Introducció	126
b.	Objectiu del test plan.	126
c.	Assajos	126
9.	Estudi econòmic	129
a.	Introducció	129
b.	Costos materials	129
i.	Material fungible	129
ii.	Material no fungible	130
c.	Costos de contractació	132
d.	Serveis externs	133
e.	Total	134
f.	Conclusions	134
CAPÍTOL 5: Conclusions, futures línies de treball		135
10.	Comentaris i conclusions finals	136
11.	Futures línies de treball	137
a.	Eines elèctriques:	137
b.	Components respectuosos amb el medi:	137
c.	Explotació de dades:	137
12.	Bibliografia	138

Annexos	143
a. Plafó informatiu	144
b. Càlculs del motor dels panells	146
c. Càlcul de la fletxa de la guia	150
d. Càlculs del fixació de l'armari a la paret	151
e. Esquemàtic de connexions per a la PCB	153
f. BOM per a la PCB	155
g. Diagrames de flux de les subrutines i programa per Arduino	156
h. Configuració servidor Raspberry pi 3	162
i. Plànols dimensionals	165
j. Plànols de muntatge	165

Índex de figures

fig. 1: Armari de laboratori actual de l'EPSEVG model 2	19
fig. 2: Armari de laboratori actual de l'EPSEVG model 2	20
fig. 3: Armari amb control d'accés al seu interior model 1	20
fig. 4: Armari amb control d'accés al seu interior model 1	21
fig. 5: model armari adaptable als espais	21
fig. 6: model armari d'aprofitament dels espais	22
fig. 7: Matriu DAFO on es mostren els punts forts i febles del producte	24
fig. 8: Esbossos forma de l'armari	28
fig. 9: Esbossos funcionalitat de l'armari	29
fig. 10: Motors de persiana	29
fig. 11: Estructura de la base de dades	30
fig. 12: FPGA Icezum Alhambra v1.1	31
fig. 13: Arduino UNO R3	31
fig. 14: PICDER-DIP Full. Placa de desenvolupament de PIC	32
fig. 15: RaspBerry PI 3	32
fig. 16: Intel Galileo	33
fig. 17: Renderitzat de la proposta formal	34
fig. 18: Renderitzat secció transversal	35
fig. 19: Renderitzat lateral	36
fig. 20: taula d'especificacions de l'Arduino Mega 2560	37
fig. 21: model de KeyPad	38
fig. 22: cos de l'estructura	42
fig. 23: guia	42
fig. 24: porta	43
fig. 25: caixa exterior	43
fig. 26: reixa	44
fig. 27: plafó	45
fig. 28: mesures antropomètriques generals	46
fig. 29: mesures de l'ull	47
fig. 30: mesures del braç	47
fig. 31: mesures d'una persona amb cadira de rodes	48
fig. 32: Inclinació del braç	49
fig. 33: abast del braç	49
fig. 34: alçada de la caixa.	50
fig. 35: vista preliminar plafó informatiu	52
fig. 36: vista preliminar plànol de muntatge	52
fig. 37: cos estructura v1	53
fig. 38: cos estructura v2	54

fig. 39: cos estructura v3	54
fig. 40: cos estructura v4	54
fig. 41: guia v1	55
fig. 42: guia v2	55
fig. 43: guia v3	56
fig. 44: guia v4	56
fig. 45: Representació del sistema panell guia	58
fig. 46: Model en ANSYS de l'armari	60
fig. 47: Mallat de l'armari	60
fig. 48: Tensió de Von Misses i deformació de l'armari amb el panell enmig de la guia	60
fig. 49: Tensió de Von Misses i deformació de l'armari amb el panell a un extrem de la guia	61
fig. 50: Sollicitació de la guia, tenint en compte que el panell contacta en 2 punts	61
fig. 51: Anàlisi d'elements finits amb ANSYS de la deformació de la guia	62
fig. 52: Diagrama de flux del sistema productiu	63
fig. 53: Màquina de tall làser TruLaser 5060	64
fig. 54: Màquina de plegat	65
fig. 55: esquema general de connexions	67
fig. 56: disseny de la PCB	71
fig. 57: esquemàtic de la PCB	72
fig. 58: diferents encapsulats per LD1117V33	73
fig. 59: taula de valors màxims	74
fig. 60: taula de dissipació	74
fig. 61: model de dissipador escollit	75
fig. 62: llibreria PCB del dissipador SK 104 25,4	75
fig. 63: condensadors de desacoblament del regulador de voltatge	76
fig. 64: connexió per programar l'ESP8266-01	77
fig. 65: connexionat de l'ESP8266-01	80
fig. 66: distribució dels botons	83
fig. 67: connexió de les resistències pull down i el condensador	85
fig. 68: MFRC522 pinout	87
fig. 69: connexionat del motor al pont en H	88
fig. 70: diagrama del programa principal	92
fig. 71: IDE Visual Studio Code	98
Fig. 74: Exemple de un component ShoppingList creat amb ReactJS	101
fig. 75: Exemple de un component creat amb React Native	103
fig. 76: Estructura del model de disseny amb injecció de dependències	105
fig. 77: Comunicació entre el armari i el usuari	114
fig. 78: Pagina de registre creada amb ReactJS	116
Fig. 79: Pantalla login ReactJS	116
fig. 80: Captura de les peticions que s'executen immediatament al moment de fer login	117

fig. 81: Resposta del mètode Authenticate amb el "token" assignat	117
fig. 82: Petició de les eines existents en la base de dades	118
fig 83: Pantalla principal del aplicatiu	119
fig. 84: Resposta a la petició de login de l'usuari administrador	119
fig. 85: Panell de administrador. Introducció de una nova eina en el sistema	120
fig 86: Estructura d'arxius del projecte ReactJS	121
fig. 87: Estructura de carpetas projecte NET CORE 2.0	123
fig. 88: Estructura de carpetas del projecte React Native	124
fig 89: Diagrama cos lliure panel+rodes	146
fig 90: Diagrama cos lliure Panell	147
fig 91: Diagrama cos lliure roda	148
fig 92: Sollicitació de la guia, tenint en compte que el panell contacta en 2 punts	150
fig 93: Foto de l'excel utilitzat per càlcul de la deformació	150
fig 94: triangle de força a flexió sobre els cargols	151
fig. 96: diagrama de flux de la rutina wait_user_RF	156
fig. 98 diagrama de flux item_check	159
fig.99: diagrama de flux de l'acceleració dels panells	161

Índex de taules

Taula 1: Necessitats i funcionalitats	28
Taula 2: Relació pinout Arduino amb el Sield	71
Taula 3: taula de valors nominals del motor	89
Taula 4: Format de protocol per entrar usuari amb sensor RFID	94
Taula 5: Format de protocol per entrar usuari amb sensor RFID	94
Taula 6: Format de protocol per entrar usuari amb el PIN	95
Taula 7: Format de protocol per actualitzar les peces de l'armari	95
Taula 8: Format de protocol per actualitzar les peces de l'armari	95
Taula 9: Consum màxim de corrent pels components	96
Taula 10: Taula amb format de protocol operació Login amb targeta RFID	108
Taula 11: Taula amb format de protocol operació Login amb usuari i contrassenya	108
Taula 12: Taula operació per actualitzar peces de l'armari	109
Taula 13: Taula operació per tancar sessió	109
Taula 14: Material no fungible electrònic	129
Taula 15: Material fungible electrònic	130
Taula 16: Material fungible mecànic	130
Taula 17: Taula material no fungible electrònic	130
Taula 18: Taula pressuport lloguer servidor	131
Taula 19: Taula pressupost compra equip MacOS	132
Taula 20: Taula preu Mac	132
Taula 21: Pressupost d'un equip de desenvolupadors full stack	133
Taula 22: Taula preus desenvolupadors per a 3 setmanes	133
Taula 23: Licitació dels processos per a fabricar l'armari	133
Taula 24: Cost total i unitari per a 200 armaris	134

Introducció

a. Origen del projecte

Les eines en el laboratori de disseny de l'ESPEVG, es troben en armaris de pared per a eines, anclades als bancs de treball dificultant el seu ús i les eines elèctriques es troben dintre de calaixeres, el sistema de control de les mateixes es deficitari cosa que afecte de manera negativa tant a l'estudiantat com als responsables de la seva gestió STL

Aquest sistema no satisfà les necessitats dels alumnes i professorat. Per una banda els alumnes no poden accedir còmodament a les eines que hi ha anclades al banc, doncs no es poden fer servir als seus llocs de treball, sinó que han de portar els seus treballs allà on son les eines. Per altra banda, només es pot accedir lliurement als armaris d'eines quan hi ha classe i si el professor l'obre. D'aquesta manera no hi ha un control de qui té cada eina, si la torna o no, i en quin estat la retorna.

Aquesta falta de control sobre l'estat de les eines fa que els serveis tècnics no puguin adoptar mesures d'optimització en el préstec i ús del material de laboratori. Com a conseqüència, l'alumnat es pot trobar que no hi ha les peces que esperen trobar.

Arran de tot això l'STL de l'escola proposa que un treball de fi de grau sigui crear un sistema de préstec automàtic per accedir lliurement a le eines de laboratori creant un registre de la disponibilitat de les eines i qui ha fet l'últim ús.

D'aquesta manera, sent l'estudiant conscient de que hi ha un control de l'ús que fa de cada eina que agafa, l'universitat s'assegura que se'n farà un ús responsable, de rebre feedback de les incidències i així facilitar la gestió de les mateixes a l'STL. Conseqüència directe d'això millorarà l'accessibilitat de les eines per als estudiants i un estalvi econòmic i de temps per a l'universitat.

b. Motivació

La motivació per aquest projecte és la de formar part d'un grup interdisciplinar d'enginyers assolint el repte d'haver de unir les disciplines de cadascun dels membres. Per altra banda, es tracta de fer una aportació a l'universitat de la que n'hem estat tots membres i que en més o menys mesura hem patit les conseqüències de les limitacions del sistema actual i d'aquesta manera facilitar a les futures generacions l'accés al laboratori.

c. Objectius

L'objectiu del projecte és la del disseny d'un armari d'eines de pared en el que mitjançant la implementació de noves funcionalitats s'aconsegueix un sistema de préstec de material automàtic. On no calgui la intervenció directe de cap persona més enllà de la que demana el préstec. D'aquesta manera, s'aconsegueix l'optimització de la gestió del sistema actual

Es desenvoluparà la part física, disseny i mecànica de les peces mòbils, del producte, la part electrònica de detecció i interacció amb l'usuari i la part informàtica de emmagatzematge i gestió de la informació.

Per això hem seguit els següents passos:

- disseny conceptual del producte
- disseny de la interacció amb l'usuari
- disseny d'incidències
- implementació de les parts



CAPÍTOL 1: Estat de l'art. Què existeix actualment?

1. Estat de l'art

a. Introducció

En aquest capítol es presenta una recerca d'informació per tal de recopilar dades sobre l'estat actual dels diferents productes que existeixen a dia d'avui al mercat amb característiques similars. Així s'aconsegueix remarcar els avantatges que pot oferir la proposta al nínxol de mercat al que aniria adreçat.

D'altra banda, es realitza un estudi del client i de l'usuari per tal de tenir presents les característiques i demandes principals a l'hora de començar a crear el disseny conceptual del producte per a que s'ajusti a les necessitats demandades.

b. Estudi de mercat

En aquest apartat s'ha fet servir la següent bibliografia [4][5][6]

Abans de decidir les característiques i funcionalitats que tindrà l'armari proposat, es realitza un estudi de les solucions que ofereix el mercat a dia d'avui. A continuació, les imatges fan referència al tipus d'armari que hi ha actualment al centre EPSEVG, als quals volem aplicar un re-disseny tal com demana el client el servei STL, ja que actualmentment l'únic servei que ofereixen és el de emmagatzemar eines;



fig. 1: Armari de laboratori actual de l'EPSEVG model 2



fig. 2: Armari de laboratori actual de l'EPSEVG model 2

Per altra banda, el mercat actual ofereix diverses solucions per a les necessites del client, en quant al que funcionalitats es refereix.

Les dues figures que es mostren a continuació presenten dos armaris els quals sí que tenen un control sobre qui pot accedir a l'interior, però no està tot en un mateix plafó d'eines, i el pressupost no s'ajusta al que demanda el client. Ofereixen una sèrie de compartiments o subdivisions dins del mateix armari; el contingut es classifica i es separa depenent de les seves característiques.



fig. 3: Armari amb control d'accés al seu interior model 1



fig. 4: Armari amb control d'accés al seu interior model 1

Per últim també cal fer un cop d'ull als diferents armaris d'eines que existeixen actualment, encara que no compleixin les mateixes funcionalitats ni objectius de la nostra proposta. Amb això s'aconsegueix tenir una visió més àmplia i poder agafar idees.

La primera imatge (fig. 5) mostra un armari de gran mobilitat, i per tant adaptable a qualsevol espai o requeriment de l'usuari. Per altra banda, la segona imatge (fig. 6) mostra un armari en el qual s'hi aprofita tot l'espai possible, incloent les pròpies portes.



fig. 5: model armari adaptable als espais



fig. 6: model armari d'aprofitament dels espais

No s'ha trobat cap armari que reuneixi les especificacions de disseny i funcionalitat de la proposta final. El que es pretenen aconseguir amb la proposta és tenir una traçabilitat de les eines, cosa que no presenta cap dels armaris mostrats anteriorment. Tanmateix, els armaris que sí que tenen un control sobre els usuaris que poden accedir a les peces, no presenten tota la varietat d'eines en un mateix plafó, sinó que son petits calaixos on les persones agafen el que necessiten.

c. Estudi d'usuari

En aquest apartat es realitza un estudi de les diferents necessitats i requeriments que pot demanar l'usuari mentre utilitza l'armari. Amb això el que es pretén és millorar la seva experiència d'ús i evitar que li resulti incòmode, en major o menor grau.

Primerament es descriuen els diferents tipus d'usuari que han d'utilitzar el producte en un moment determinat:

- Estudiant del centre Escola Politècnica Superior de Vilanova i la Geltrú (EPSEVG) el qual necessita, pel motiu que sigui, accedir a les eines dipositades al armari dins de l'aula de disseny i prototipatge, ja sigui dins o fora de l'horari de classe.
- Professor i/o docent del centre EPSEVG que necessita accedir a l'armari d'eines per tal d'acomplir amb un objectiu acadèmic determinat.
- Com a usuari de menor probabilitat, persona aliena al centre que ha estat convidada, pel motiu que sigui, i que necessita accedir a l'armari d'eines per tal de complir amb algun objectiu en concret.
- Personal de manteniment dins del mateix servei STL del centre EPSEVG, el qual necessita accedir a l'armari per tal de comprovar l'estat del mateix i actuar, si cal, en conseqüència.

A continuació, es descriuen diversos requeriments o demandes que poden sorgir per part de l'usuari. Tenir-ho present ens ajuda a complir amb els objectius que ens hem marcat a l'hora de enfocar el disseny conceptual del producte.

- L'usuari ha de trobar fàcil l'accés a l'armari. S'ha d'evitar emplaçar-lo a una ubicació poc accessible.
- També ha de trobar còmode el seu ús. Evitar posicions i/o esforços incòmodes a l'hora de desenvolupar qualsevol tipus de tasca amb l'armari.
- Per altra banda, que no li resulti farragós el procés d'utilització de l'armari. Per tal d'evitar-ho s'ha de minimitzar el nombre de passos necessaris.
- L'usuari pot tenir dubtes en quant al mètode d'utilització. Per tant, cal que tinguin a disposició una breu descripció, ja sigui textual o visual, per tal d'aclarir qualsevol tipus de dubte.

En aquest apartat cal fer una menció apart sobre el personal de l'STL, ja que tindrà unes necessitats diferents a la resta d'usuaris. La seva necessitat no es relaciona tant amb l'objectiu d'utilitzar l'armari i les eines que conté, sinó que se centra en la gestió del mateix. Per tant necessita:

- Que l'informació li arribi de forma clara.
- Accés a la informació a temps real.
- Correcta gestió dels usuaris i les eines.

d. Estudi de client

En aquest apartat es descriuen les característiques i requeriments que el client demana a l'hora de realitzar el projecte.

El client és el servei STL del centre d'estudis EPSEVG. El personal dins d'aquest servei s'encarrega, entre altres coses, de gestionar l'accés dels usuaris a l'armari i d'avaluar l'estat del mateix.

El que demana el client és:

- La gestió d'usuaris ha de ser autònoma, que no calgui la presència d'un docent en qualsevol moment.
- L'usuari enregistrar ha de tenir accés al armari sense necessitar un docent que cedeixi les claus de la classe i de l'armari. L'usuari pot accedir dins i fora de l'horari acadèmic.
- Tenir traçabilitat del contingut de l'armari.
- En cas d'avaria o pèrdua de material, saber automàticament de quina eina es tracta per tal

de poder substituir-la ràpidament. D'aquesta manera s'evita la situació per part de l'usuari d'arribar a l'armari i veure que falta l'eina que busca.

- Seguint el punt anterior, en cas que una eina desapareixi, poder identificar l'usuari que l'ha utilitzat a última instància. En cas de reincidència aplicar una sanció al usuari.

d. Matriu DAFO

i. Objectiu

La matriu DAFO defineix els aspectes interns i externs que afecten al nostre producte. Aquesta matriu permetrà saber quin és el punt exacte del que parteix el nostre producte dins el mercat d'armaris d'eines actual. D'aquesta manera i, si es fa un creuament adequat dels resultats, es podrà establir un pla de treball, un pla executiu i uns objectius a curt i llarg termini a l'hora de comercialitzar el producte.

Ha estat fruit d'un *brain storming* on hem analitzat el nostre equip i l'entorn per trobar els punts positius i negatius del nostre producte a la següent figura es mostra la matriu DAFO resultant..

	Origen intern	Origen extern
Punts positius	Debilitats <ul style="list-style-type: none"> • Definició molt concreta de la funcionalitat del producte. Té poques variacions sobre el producte final • Poca experiència dissenyant producte 	Amenaces <ul style="list-style-type: none"> • Grans empreses i corporacions que competeixen en el món industrial i d'oficina. • Elevat preu del producte base.
Punts negatius	Foraleses <ul style="list-style-type: none"> • Els integrants del projecte som estudiants del centre: usuaris en major o menor grau del producte. • Equip multidisciplinar de diferents titulacions amb els respectius punts de vista. • Producte únic i innovador 	Oportunitats <ul style="list-style-type: none"> • Possibilitat de comercialitzar el producte de cara a altres centres. • Hi ha un nínxol de mercat. • Facilitats d'ajuts i subvencions a startups

fig. 7: Matriu DAFO on es mostren els punts forts i febles del producte

ii. Conclusions

El que ens indica aquesta matriu és que tenim un mercat que podem donar resposta. És possible que ens pugui passar factura el fet de no tenir molta experiència o que el mercat sigui prou competitiu i consolidat.

Com a últim punt destacar que és un producte únic i innovador i que partim d'una molt bona base humana sobre la que desenvolupar el producte.

e. Conclusions

Com a conclusió es pot afirmar que el client demana un tipus de producte molt concret, donant poc marge a la creativitat total. No obstant això, defineix les funcionalitats del producte, no pas el disseny conceptual i formal del mateix. La definició del tipus d'usuari del producte i els seus requeriments també ajuda a acotar les funcionalitats que tindrà l'armari.

La tecnologia i dissenys finals que estem fent servir per aquest armari és fruit de reunions creatives on hem fet *brain storms* i s'han escollit les que més s'ajustaven a les necessitats del moment.

El producte que es proposa pot tenir un gran nínxol de mercat, ja que, de moment, no existeix un producte amb les mateixes propietats. Al mercat es troben els armaris convencionals de sempre, que només ofereixen un lloc per a organitzar i guardar les eines. O armaris molt tecnològics que estan fora de l'abast de la majoria de centres educatius. Per tant, en cas d'èxit, es presenta una clara oportunitat de cara a comercialitzar el producte com a demanda d'altres centres d'estudis o de qualsevol tipus.



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

CAPÍTOL 2: Disseny conceptual. La proposta.

2. Disseny conceptual

a. Introducció

En aquest capítol es comença a definir el producte que es desenvoluparà, a partir de totes les consideracions preses en els capítols anteriors. El disseny conceptual dona com a resultat els primers esbossos del producte final. Es reuneixen les diferents característiques que ha de tenir per tal de complir amb les necessitats del client i de l'usuari.

b. Briefing

Primerament, s'ha considerat una sèrie d'aspectes o punts clau que es creuen necessaris i que, per tant, defineixen el producte a desenvolupar, a mode de primer esbós conceptual. Considerant que els propis estudiants han d'interactuar directament amb el servei de préstec, s'ha de tenir en compte la presència, posició i mesures de totes les parts que entren en contacte directe amb l'usuari, i assegurar-se que ofereix el màxim nivell d'accessibilitat possible. Veure la taula:

NECESSITAT	FUNCIONALITAT / CARACTERÍSTICA
Accés de l'usuari	Pantalla, teclat i lector de targetes: <ul style="list-style-type: none"> - Alçada còmode per a l'usuari - Mínim nombre de passos Aplicació mòbil i web: <ul style="list-style-type: none"> - Registre usuari
Traçabilitat del contingut	Sensors: <ul style="list-style-type: none"> - Detectar extracció d'eina Aplicació mòbil i web: <ul style="list-style-type: none"> - Registre d'usos.
Aprofitament de l'espai	Distribució de les eines: <ul style="list-style-type: none"> - Optimització de l'espai disponible. - Crear diferents nivells classificatoris automàtics - Eines grans i pesades a la part baixa de l'armari.
Comoditat d'ús	Posició de l'armari: <ul style="list-style-type: none"> - Alçada còmode - Ubicació accessible Persiana: <ul style="list-style-type: none"> - Translúcida: visualització ràpida del contingut - Automàtica
Econòmic	Estructura: <ul style="list-style-type: none"> - Mínim nombre de peces

Informació disponible	Manual d'ús: <ul style="list-style-type: none"> - Com registrar-se - Com utilitzar el producte
Estètica	Color i logo: <ul style="list-style-type: none"> - Concordança amb l'entorn - logo EPSEVG

Taula 1: Necessitats i funcionalitats

c. Brainstorming: primeres idees

Un cop analitzats tots els requeriments, necessitats de l'usuari i del client, i escollides les característiques i funcionalitats que l'armari ha d'oferir, s'ha realitzat una primera pluja d'idees per tal d'aclarir la forma i funció que ha de tenir l'armari i com hi va tot relacionat entre si.

La imatge inferior (fig. 8) mostra dissenys amb diferents formes de l'armari, que poden dependre de la seva posició o bé de la ubicació dins de l'aula.

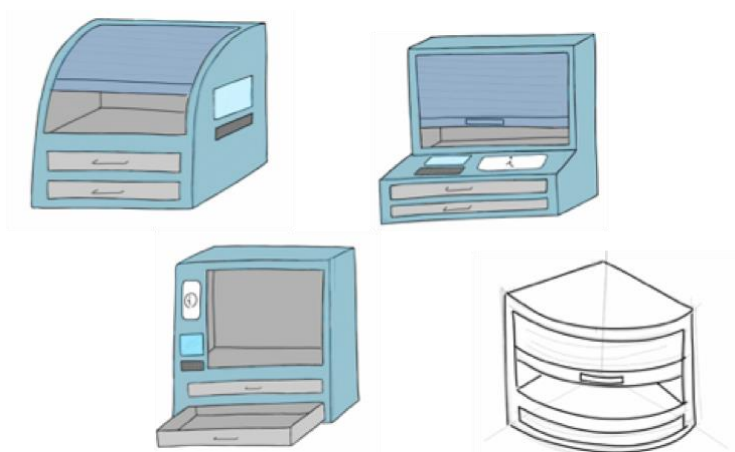


fig. 8: Esbossos forma de l'armari

Tanmateix, s'ha realitzat esbossos per tal d'aclarir la manera més idònia d'aportar a l'armari l'optimització de l'espai interior (figura 9). Es representen diferents panells o plafons on anirien ubicades les eines, els quals es mourien vertical o bé horitzontalment per tal de facilitar l'accés per part de l'usuari a totes les eines.

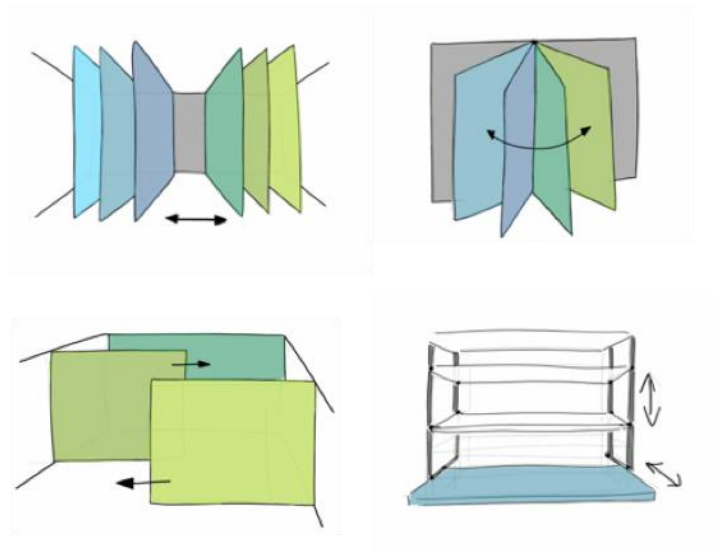


fig. 9: Esbossos funcionalitat de l'armari

En quant al moviment dels plafons es pensa en un sistema guiat on els plafons es recolzen sobre rodes. Pel que fa el sistema motriu, es pensa en un cilindre pneumàtic de doble efecte o en un husillo enganxat a un motor elèctric.

Per el sistema d'obertura de l'armari es plantegen diferents opcions. La convencional, amb un persiana amb una molla que puja amb una mica d'ajut, però ja que el projecte tracta d'un armari automatic es planteja el posar un motor per a que l'obertura també ho sigui. La figura 10 mostra un exemple del motor de persiana.



fig. 10: Motors de persiana

Pel que fa la base de dades BBDD, s'utilitza una base de dades Mysql amb postGresQl per tal de fer tot l'emmagatzematge de dades del nostre projecte. Aquesta base de dades consta d'una diferent per cada Entitat necessària pel desenvolupament del programa. Totes aquestes bases seran instal·lades dins de la Raspberry pi3 que farà de servidor web, BBDD i servidor d'aplicacions. S'ha escollit aquesta estructura ja que es treballarà amb microserveis, això donarà la possibilitat d'escalar l'aplicatiu fins on es vulgui. En aquest cas, en ser un projecte molt petit, s'ha creat només una Base de dades amb una taula per cada model del nostre projecte, veure fig. 11.

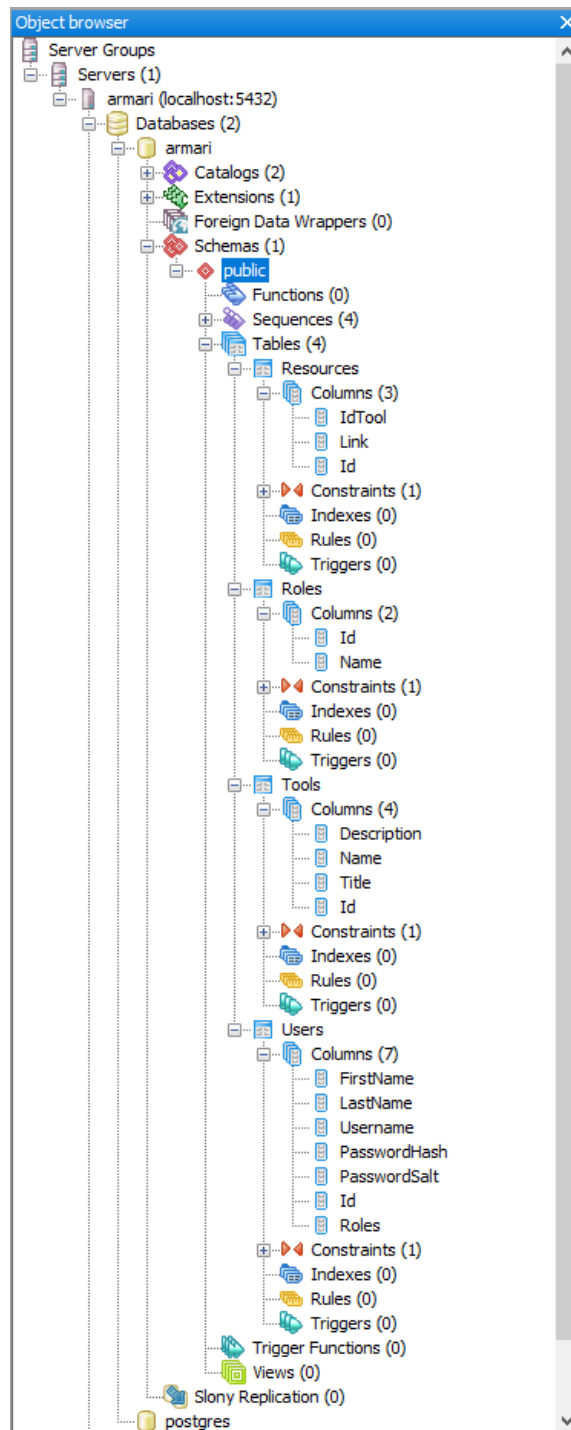


fig 11: Estructura de la base de dades

Per fer el control de l'armari i els seus perifèrics es necessita una electrònica que pugui gestionar tot el que incorpori l'armari: sensors de les peces i control d'accés i de les parts mòbils. Les condicions per triar el controlador han estat: que sigui fàcil d'usar, amb extensa documentació i que sigui econòmic.

Ha de poder tenir comunicació sèrie i aguantar força perifèrics. A més, que d'alguna manera o altre es pugui connectar a un servidor extern.

Entre totes les possibilitats s'ha pensat en fer servir una FPGA com la Icezum Alhambra (fig. 12), un microcontrolador programable com la gamma d'Arduino (fig. 13) o PIC (fig. 14) o mini ordinadors com la Raspberry PI (fig. 15) o l'Intel Galileo (fig. 16).

Per a aquest apartat s'ha usat la bibliografia [7][8]

Icezum Alhambra v1.1

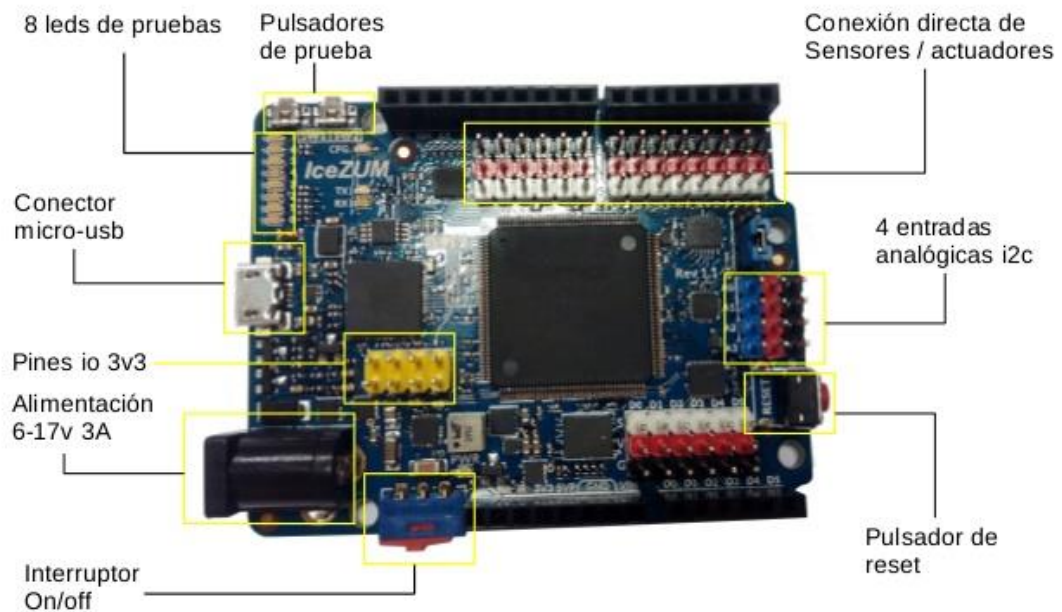


fig. 12: FPGA Icezum Alhambra v1.1



fig. 13: Arduino UNO R3

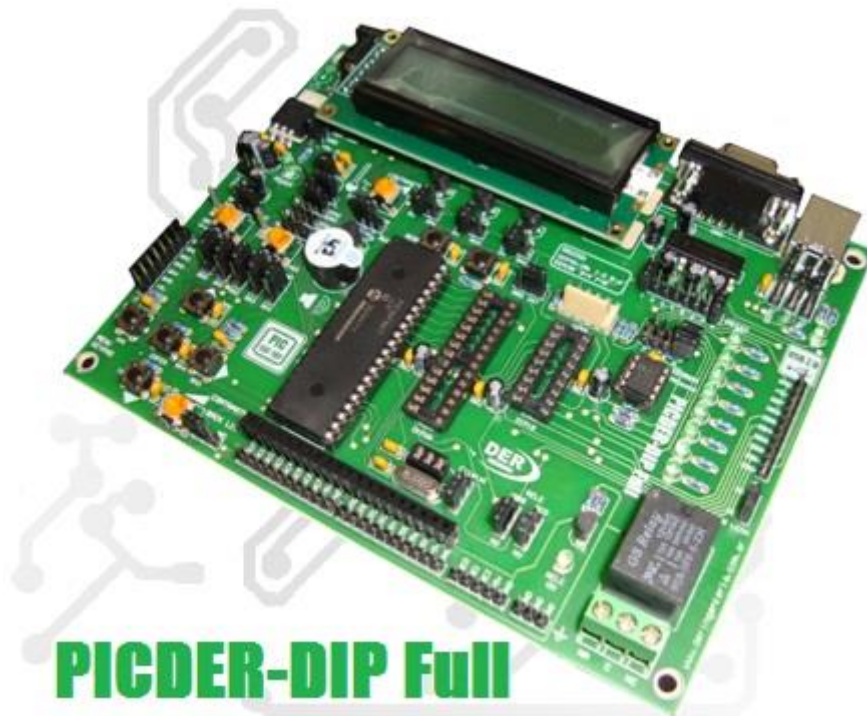


fig. 14: PICDER-DIP Full. Placa de desenvolupament de PIC



fig. 15: RaspBerry PI 3

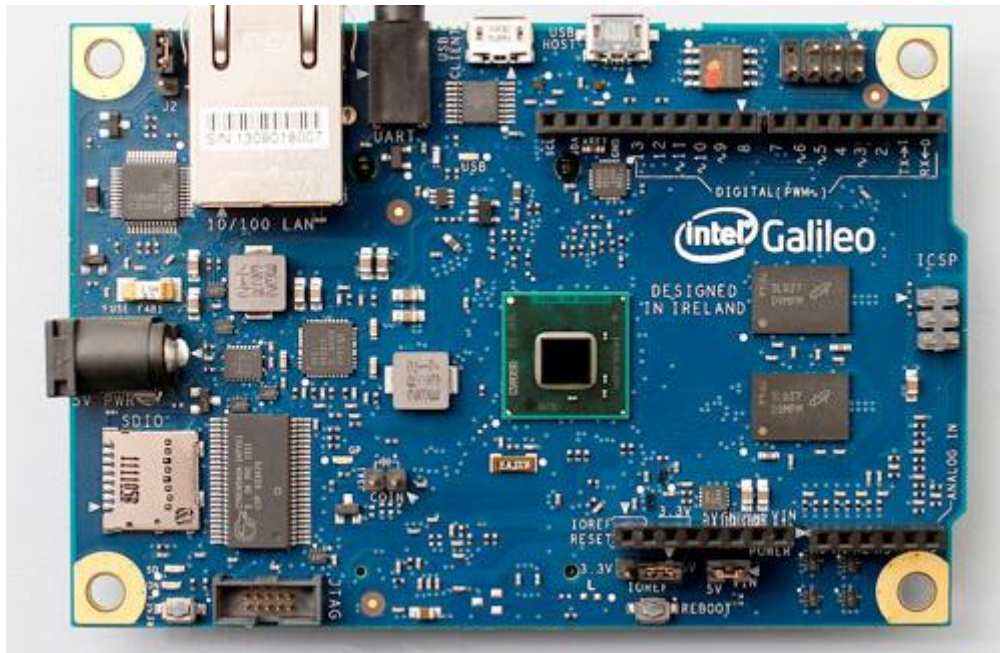


fig. 16: Intel Galileo

Hi ha tot un sortit de pantalles que es poden usar per fer la comunicació humà-màquina.

LCD1602/2004: microcontrolador LCD que disposa de 2 files de 16 caràcters de 5*7 píxels. El 2004 és bastant més gran que el 1602 i disposa de 4 files de 20 caràcters. Tenen disponible la comunicació I²C.

Pantalla OLED 128*64: és un display a 5V d'alt contrast. Comunicació SPI i I²C.

Display TFT 320QVT ILI9341: és una variant d'una pantalla LCD que és tàctil i a color. Comunicació SPI.

Pel que fa a la comunicació entre l'Armari i servidor, de seguida s'ha optat per comunicació wireless. Aquesta decisió s'ha pres perquè, atès que volem que sigui un armari fàcil de muntar i plug&play, així el servidor pot estar a qualsevol lloc i inclús en un futur es pot tenir diversos armaris en un sol servidor.

Per la comunicació wireless s'ha escollit el wifi per ser la més popular i estandaritzada, a part que és la que et permet més distància (en contraposició al Bluetooth).

Per aconseguir l'objectiu, la consigna per escollir la comunicació wifi és que sigui econòmic, que sigui algo extensament documentat i verificat que funciona i que sigui fàcil d'implementar.

3. Proposta formal

En aquest apartat hem utilitzat la bibliografia [9]



fig. 17: Renderitzat de la proposta formal

La figura 17 mostra la simulació 3D de la proposta d'armari que ha estat escollida com a resultat dels passos anteriors. Aquesta proposta consisteix en la inclusió de l'electrònica i la informàtica en un armari d'eines convencionals per aconseguir una serie de funcions secundàries, sol·licitades pel client.

De la mateixa manera que l'armari existent actualment, tracta d'un armari d'estructura metàl·lica enganxat a la paret a una alçada còmode. Es mantenen les dimensions d'alçada i amplada, mentre que la profunditat augmenta.

La primera millora que es planteja és per augmentar la capacitat d'emmagatzematge significativament, que és la funció principal d'aquests armaris, sense que l'espai ocupat per l'armari augmenti de forma important. Com els armaris convencionals, l'interior disposa d'un panell per penjar les eines amb les dimensions d'alçada i ample de l'armari. La millora en aquest sentit s'aconsegueix mitjançant l'implementació de panells mòbils de la meitat de l'amplada que el principal. Així es guanya un 50% d'espai per cada panell que s'afegeix. Aquests últims es mouen horitzontalment mitjançant un sistema de guia-corredora. Els panells recolzen sobre unes guies que van de banda a banda de l'armari mitjançant 4 rodes de nylon, es trien les rodes de nylon de 40 mm de la pàgina 34 del catàleg [2] situades una a cada extrem del panell. El moviment el genera el sistema motriu que consisteix en un motor elèctric que te acoblada una varilla roscada quadrada de pas 4 que juntament amb una femella situada al panell, converteixen el moviment de rotació del motor en moviment de translació.

La proposta es planteja amb un panell mòbil, però està contemplat l'espai per a posar 2 plafons i augmentar en un 100% l'espai de d'emmagatzematge. En la següent figura es veu una secció transversal que mostren els 2 panells mòbils



fig. 18: Renderitzat secció transversal

S'hi ha afegit una porta a la part baixa del davant, per tal de facilitar l'accés del tècnic de manteniment als motors. Aquests motors s'encarreguen de moure automàticament els panells posteriors mitjançant l'accionament dels interruptors laterals. En cas d'avaria o de pèrdua de llum, s'hi ha afegit una petita obertura al lateral esquerre per tal de poder moure els panells manualment mitjançant un sistema de manovella.

Per altra banda, s'ha decidit que la persiana sigui translúcida (fig. 19); d'aquesta manera l'usuari pot veure el contingut de l'armari sense necessitat d'obrir-lo. Aquesta persiana, de la mateixa manera que els panells, s'acciona de forma automàtica.

Al lateral dret de l'armari, el quan va enfocat a la porta principal de l'aula, hi van adherits els identificadors (pantalla, teclat i lector) juntament amb un manual d'ús visual mitjançant el qual l'usuari pot aclarir qualsevol dubte que li sorgeixi.



fig. 19: Renderitzat lateral

Aquest és el resultat obtingut del procés de disseny desenvolupat. S'ha utilitzat un nombre relativament baix de peces respecte al nivell d'utilitat extra que aporta l'armari: l'optimització de l'espai l'automatització dels mecanismes, i el control del sistema de préstec.

Tots aquest bla bla bla que s'han vist conformen el que és l'armari i les seves nosequès, jrasias panamà

Per la part electrònica s'ha escollit l'Arduino MEGA pel gran número de sortides digitals que té a disposició, concretament 54. Per fer el prototip, amb l'Arduino UNO no en teníem prous (14) i és per això que, encara que la versió MEGA tingui moltes més prestacions que no ens fan falta l'hem preferit per sobre de l'UNO. A part, que tenir 3 sortides sèrie, dóna joc a possibles ampliacions i una millor connectivitat en un futur. D'aquesta manera no cal usar un bus de comunicació sèrie com l'I2C. A la figura 20 es troben les seves especificacions generals. [8]

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	101.52 mm
Width	53.3 mm
Weight	37 g

fig. 20: taula d'especificacions de l'Arduino Mega 2560

Per fer la comunicació wifi s'escull el mòdul ESP8266-01, que dins dels mòduls ESP és el més senzill i econòmic. Els altres no aporten cap altra funcionalitat útil al projecte. Els Shields i plaques de desenvolupament wifi d'Arduino, compleixen els requisits plantejats. Tot i que són fàcils d'usar i implementar, són massa cars pel que es vol fer¹.

La interfície de comunicació de l'Arduino amb els usuaris que s'ha triat és, per una banda, una pantalla de cristall líquid LCD2004: per ser gran, fàcil d'utilitzar i fiable. Però sobretot que hi ha molts

¹ Arduino MKR1000 wifi 27.90-31.99€
Arduino Yún Shield 43.90€

fabricants que en fan de compatibles, amb el que si s'espatlla o es trenca per un mal ús serà ràpid i econòmic el substituir-la. La resta podem prendre el risc que s'espatllin més fàcilment o que deixen de funcionar si se'n fa un mal ús (de les tàctils). I per altra banda, un teclat 4x4.

Aquesta és una pantalla que té una resolució de 20x4 caràcters. Els LCD més estàndards o usuals són els de 16 columnes per 2 files. En el cas estudiat s'ha escollit un format una mica més gran per poder donar missatges més llargs, amigables amb l'usuari i entenedors, sense haver de fer moure el text per poder llegir cap missatge.

Arduino té una llibreria molt completa per les pantalles LCD:

```
#include <LiquidCrystal.h>
```

El teclat és un teclat 4x4 que, per defecte, venen dibuixats els números de l'0 al 9 i les lletres de la A a la D i els caràcters # i *. És un teclat tipus matriu amb un bus de 8 línies (fig. 21). Per poder controlar el teclat es fa servir la llibreria:

```
#include <Keypad.h>
```

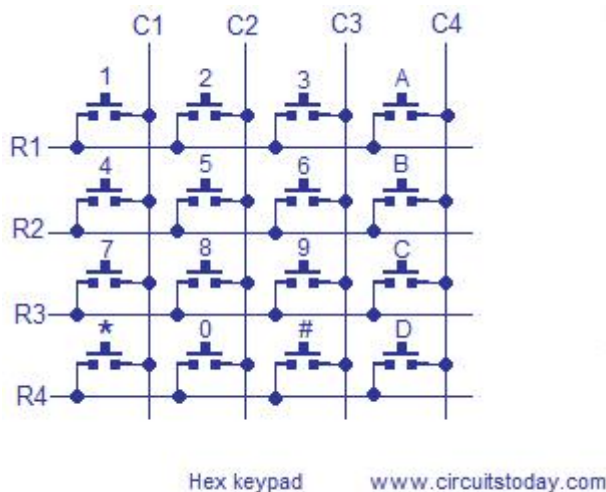


fig. 21: model de KeyPad

Conclusions

Finalment s'ha acordat que l'armari ha de ser còmode i intuitiu d'usar. No ha de tenir parts complicades ni que puguin fallar o trencar-se fàcilment. A part que els components han de ser tan estàndards com sigui possible. El client, posa com a requisit que es tracti d'una proposta econòmica per a poder-la posar en pràctica, per tant, els costos de fabricació seran una variable important a l'hora de prendre les decisions.

Serà un armari que millorarà l'experiència de l'estudiant quan hagi d'utilitzar els laboratoris per a realitzar projectes a la vegada que amb menys esforç facilitarà la gestió de les eines per part de l'STL. També es podrà optar per tenir eines de gama més alta, ja que al haver-hi un control la despesa extra serà amortitzada per l'ús que li donaran els estudiants. D'aquesta manera els laboratoris es convertiran en zones de treball confortables i els alumnes els contemplaran com a opció per anar a treballar.



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

CAPÍTOL 3: Implementació.

4. Implementació del disseny de producte

a. Introducció

La primera part d'aquest capítol tracta de les diferents tasques que s'han realitzat en relació al Disseny industrial i desenvolupament del producte. S'exposen les eines utilitzades, les dades preses com a referència i els canvis realitzats durant el procés de disseny.

b. Eines

S'han utilitzat una sèrie d'eines informàtiques amb les quals ha estat possible desenvolupar les diverses tasques dins d'aquest apartat:

- SolidWorks: aplicatiu informàtic per a modelat 2D i 3D. Permet crear, modificar, combinar i muntar qualsevol tipus de peça o conjunt de peces en format 3D. Per altra banda permet crear els plànols 2D que esdevenen un cop creats els arxius 3D.
- Pages: aplicatiu informàtic dins del sistema operatiu OS X, del tipus editor d'imatge i de text. Permet crear textos i infografies de forma senzilla i intuïtiva.
- Microsoft Word: aplicatiu informàtic del tipus editor de text. Permet crear i modificar textos o taules d'informació de tot tipus

c. Disseny formal i funcional

En aquest apartat es mostren tots els components estructurals contemplats dins del conjunt de l'armari. Es presenten els elements més rellevants mitjançant una breu definició formal i funcional, complementat amb imatges. No obstant això, a l'*annex* i hi ha adjunts els plànols de fabricació per a una visió més concreta i detallada.

El conjunt de l'armari està format per dos grans subconjunts; estructura i panell, els quals estan format per un grup de peces cada un d'ells.

i. Subconjunt estructura

El **cos de l'estructura** té forma de caixa prismàtica i està formada d'una sola peça, és a dir, una sola planxa d'acer com a base. Una sèrie de talls, plecs i soldadures aplicats a aquesta planxa, permet obtenir com a resultat l'estructura mostrada a la figura 22.

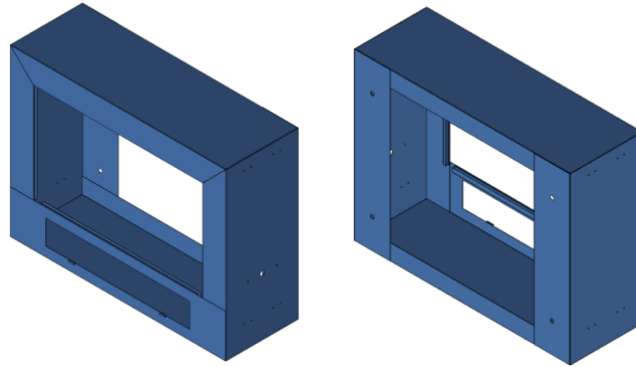


fig. 22: cos de l'estructura

La imatge de l'esquerra, mostra la cara frontal de l'armari i hi presenta dues cavitats. La superior, on hi va ubicada la persiana i dona accés a les eines. Presenta una sèrie de plecs en forma d'essa els quals fan la funció de guia per a la persiana.

La cavitat inferior, on hi va ubicada la porta d'accés al/s motor/s, també presenta dos petits plecs cilíndrics, els quals fan la funció de frontissa amb la porta.

La imatge de la dreta mostra la part posterior de l'armari. Presenta una gran cavitat, la que respon a la única utilitat d'estalviar material, ja que l'armari va fixat a la paret.

Dins del cos de l'estructura hi van fixades quatre **guies**, les quals permeten i guien el moviment horitzontal dels plafons mòbils. La figura 23 mostra la guia des de les perspectives superiors i inferiors. La mateixa guia serveix de guia superior i inferior; tan sols cal fixar-la a la paret capgirada.



fig. 23: guia

Hi presenta una cavitat en forma d'U, la qual fa la funció de carril per a les rodes dels panells. Tenen dos plecs transversals als extrems que, juntament amb un parell de forats per banda, permeten el fixament a la paret de l'armari. Tanmateix, un parell de plecs longitudinals als extrems suavitzen les arestes i, per tant, eliminen el risc de tall per contacte directe amb l'usuari.

A la part frontal de l'armari hi anirà articulada una **porta** rectangular (figura 24), la qual dóna accés a la cavitat inferior de l'armari, on hi ha el cablejat i els motors que controlen el moviment dels panells.

La porta presenta un forat circular, on hi va fixat el pany de la mateixa. A la part inferior, hi ha dos petits plecs en forma d'U, els quals formen la contrapart de la frontissa.

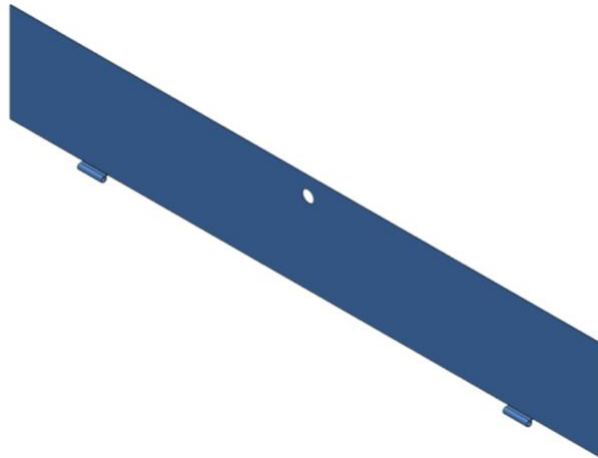


fig. 24: porta

A la part exterior de l'armari, en forma d'apèndix, hi va fixada la **caixa** on hi van tots els components electrònics, com per exemple la pantalla, el teclat, el lector de targetes, les plaques electròniques, etc. La caixa (figura 25), té forma prismàtica i, de la mateixa manera que el cos de l'estructura, està formada per una sola planxa d'acer amb una sèrie de plecs i soldadures.

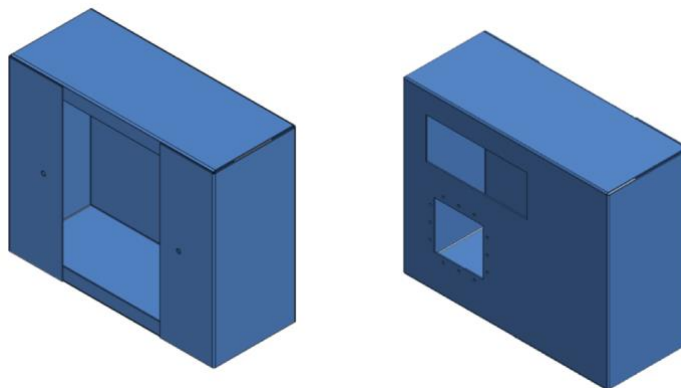


fig. 25: caixa exterior

A la part frontal hi ha dos forats rectangulars on hi van fixats la pantalla i el teclat, ja que han d'estar en contacte directe amb l'usuari. A la part posterior hi ha dos petits forats circulars, els quals permeten la fixació de la caixa amb el cos de l'estructura.

ii. Subconjunt Panell

La **reixa metàl·lica** (figura 26) és l'element que permet la fixació de les eines al panell. Té forma rectangular, amb 4 forats circulars que permeten la fixació amb la resta d'elements. A més presenta un patró de forats quadrats on hi van fixats els punts de recolzament de les eines. D'aquesta manera el client pot distribuir les eines de la forma que més li convingui.

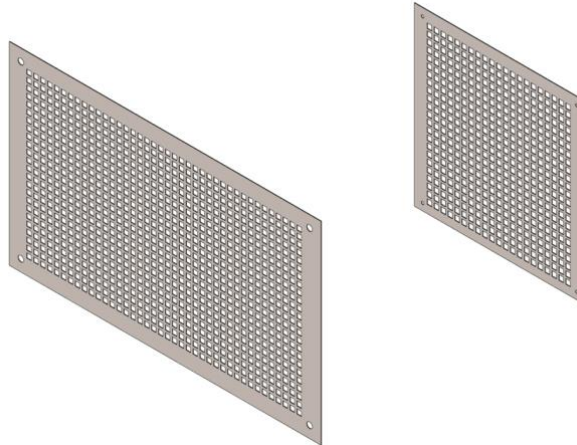


fig. 26: reixa

Hi ha dues versions de la reixa; la més gran va fixada a la part posterior de l'armari utilitzant els mateixos forats que presenta el cos de l'estructura per a fixar-se a la paret. La més petita és la que forma part del panell mòbil.

Un **plafó de protecció** de la figura 27 va fixat a la part posterior del panell mòbil. La seva funció és protegir i preservar el cablejat que passa per darrere de la reixa. El fet que sigui de plàstic és, principalment, l'estalvi de pes. Aquest element no ha de suportar cap esforç, per tant interessa que sigui el més lleuger possible. Tanmateix, el plàstic és reciclat, cosa que contribueix a la sostenibilitat del producte.

Presenta quatre forats circulars als extrems, els quals permeten la fixació amb la reixa petita i la resta d'elements secundaris del panell mòbil.

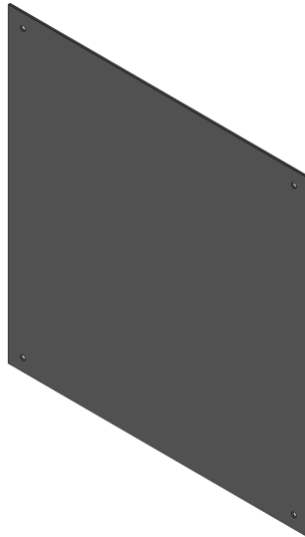


fig. 27: plafó

d. Ergonomia

En aquest apartat s'ha fet servir la següent bibliografia [10]

En aquest apartat s'estudia la relació entre el producte i l'usuari, tenint en compte les seves necessitats físiques més rellevants, amb l'objectiu d'assegurar la màxima comoditat i accessibilitat a l'hora de fer servir l'armari.

Per començar es valora quines són les principals accions físiques que ha de realitzar l'usuari. Seguidament, s'analitzen quines són les mesures antropomòrfiques més importants a l'hora de tenir en compte durant el re-disseny de l'armari. Finalment, i un cop realitzat tot el procés de disseny, es presenten en forma d'infografies totes les mesures de l'armari que han estat directament condicionades pels requeriments físics de l'usuari.

i. Interacció usuari-producte

L'usuari del producte, durant l'ús del mateix, ha de desenvolupar una sèrie d'accions físiques les quals és molt important tenir en compte a l'hora de definir algunes de les formes i/o mesures del disseny. Per tant, per començar s'enumeren una sèrie d'accions, es creu les més significatives, per part de l'usuari a l'hora d'utilitzar l'armari.

- Identificar i utilitzar fàcil i ràpidament el conjunt de dispositius electrònics que entren en contacte directe amb l'usuari, és a dir, la pantalla, el teclat i el lector de targetes. Aquest conjunt és present al costat dret de l'armari, i s'ha de tenir en compte l'alçada respecte al terra del mateix.
- En cas de dubte, identificar i entendre còmodament el breu manual d'instruccions adherit al

costat del conjunt electrònic.

- Accedir i agafar qualsevol eina present dins l'armari, un cop garantit l'accés i ús a l'usuari per part del software integrat. Al panell d'eines s'hi accedeix per la part frontal de l'armari. S'ha de considerar l'alçada i profunditat de la cavitat.
- Per part del personal de manteniment, accedir i treballar a l'àrea inferior de l'armari, on s'hi troben els motors. S'hi accedeix mitjançant una porta present sota la cavitat de la persiana.

ii. Antropometria

Un cop identificades i definides les accions o esforços físics que l'usuari haurà de desenvolupar durant l'ús de l'armari, es procedeix a fer una recerca de les mesures antropomètriques que estan directament relacionades amb les mateixes accions. Les imatges presents a continuació (figura 28) mostren un exemple de totes les mesures a tenir en compte a l'hora de dissenyar mobiliari en espais interiors, tot i que en aquest cas tan sols se n'utilitzen algunes en concret. Tota la informació necessària per a realitzar aquest apartat s'ha extret del llibre *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*².

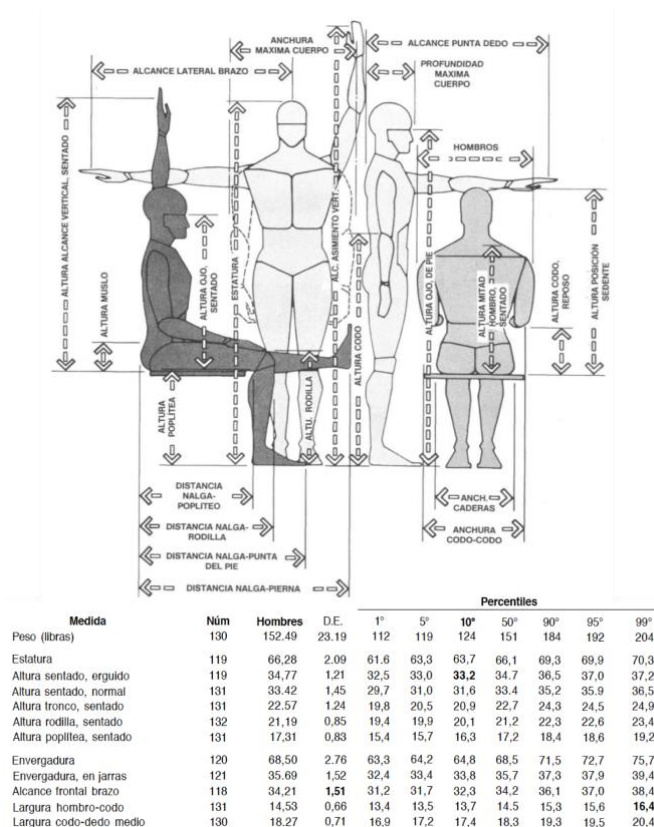


fig. 28: mesures anthropométriques générales

² Es pot consultar aquest llibre *Las dimensiones humanas en espacios interiores* al web <https://www.fceia.unr.edu.ar/darquitectonico/darquitectonico/RepHip/las-dimensiones-humanas.pdf>

Per tal d'identificar i utilitzar fàcil i còmodament el conjunt electrònic que interactua directament amb l'usuari, s'ha de considerar que aquest estigui dins del camp de visió de comoditat. Aquest camp comprèn uns 60° en total, prenent com a referència de punt mig la línia horitzontal que parteix de l'alçada de l'ull, tal com mostra la figura 29. L'alçada de l'ull aproximada és d'1,7 metres.

Per tant, l'usuari no haurà de fer cap esforç innecessari, del tipus aixecar o abaixar el cap, a l'hora d'interactuar qualsevol element que estigui ubicat dins del camp de visió de comoditat.

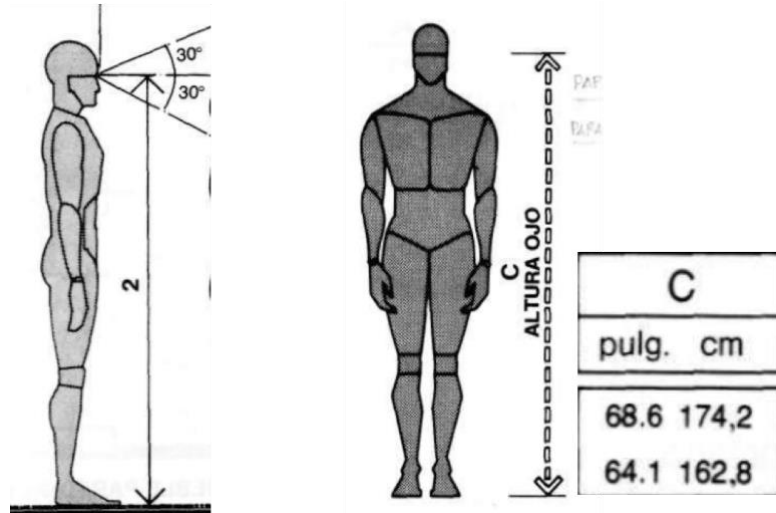


fig. 29: mesures de l'ull

L'usuari ha d'accedir mitjançant les extremitats superiors a dins de la cavitat de l'armari per tal d'agafar qualsevol eina present. Les imatges exposades a continuació (figura 30) mostren les mesures aproximades de l'abast total del braç tant vertical com horitzontal.

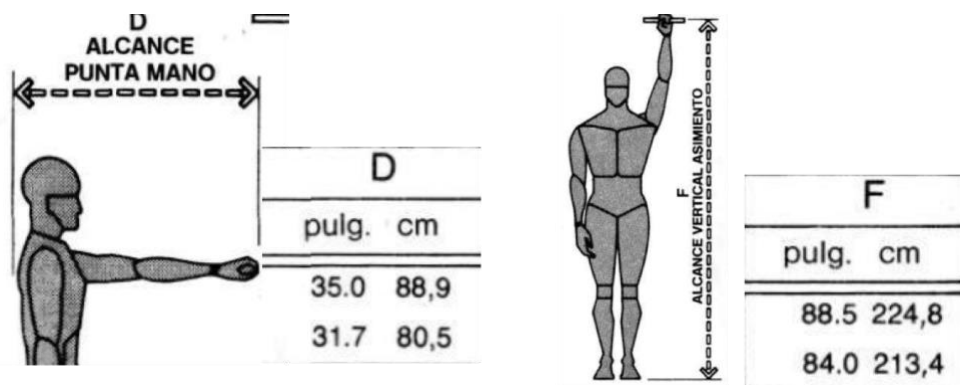


fig. 30: mesures del braç

L'abast horitzontal màxim és d'uns 85 centímetres. Tenint en compte que la caixa toràctica mesura uns 30 cm, l'abast real del braç com a mesura màxima a tenir en compte és de 60 cm. Per altra banda, l'abast vertical màxim és de 2,2 metres de mitjana. Tot el que estigui comprès dins d'aquestes mesures màximes, ajudarà a que l'usuari no hagi de realitzar cap esforç excessiu del tipus inclinar-se cap endavant o bé posar-se de puntetes.

En el cas de les persones amb mobilitat reduïda, especialment aquelles que es mouen mitjançant una cadira de rodes, també han de ser contemplades ja que, per exemple, un objecte a una alçada excessiva podria suposar un greu problema. Les imatges exposades a continuació (figura 31) mostren les mesures a tenir en compte.

L'abast horitzontal del braç segueix sent el mateix, d'uns 60 cm com a màxim. En el cas de l'abast vertical, en canvi, passa a ser d'uns 160 cm, aproximadament.

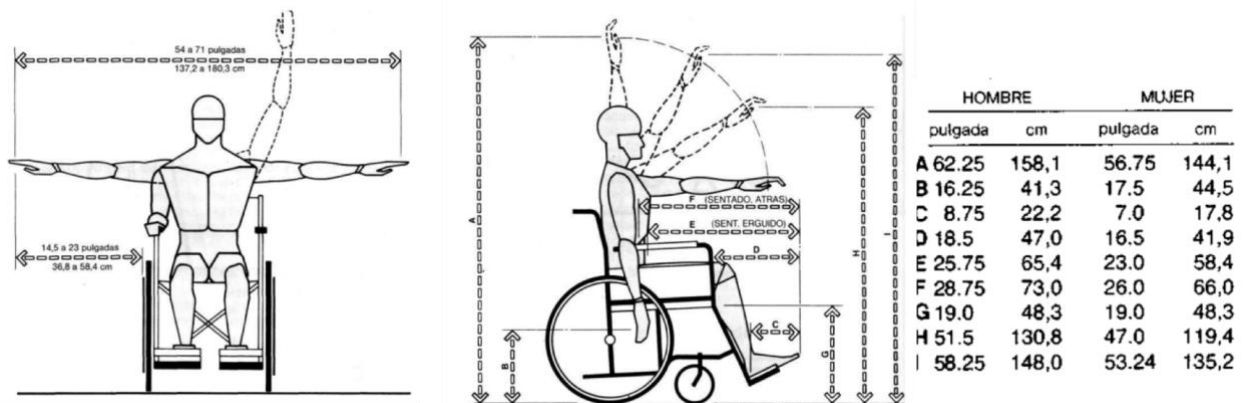


fig. 31: mesures d'una persona amb cadira de rodes

iii. Dimensions adaptades

Durant el procés de disseny de l'armari, i un cop realitzat el mateix, es comprova que totes les mesures exposades a l'apartat anterior es corresponen amb les mesures reals que s'apliquen al disseny del nostre armari.

Les imatges mostrada a continuació (figura 32) confirma que la cavitat interior on l'usuari pot trobar-hi les eines entra dins de l'interval de mesures màximes contemplades.

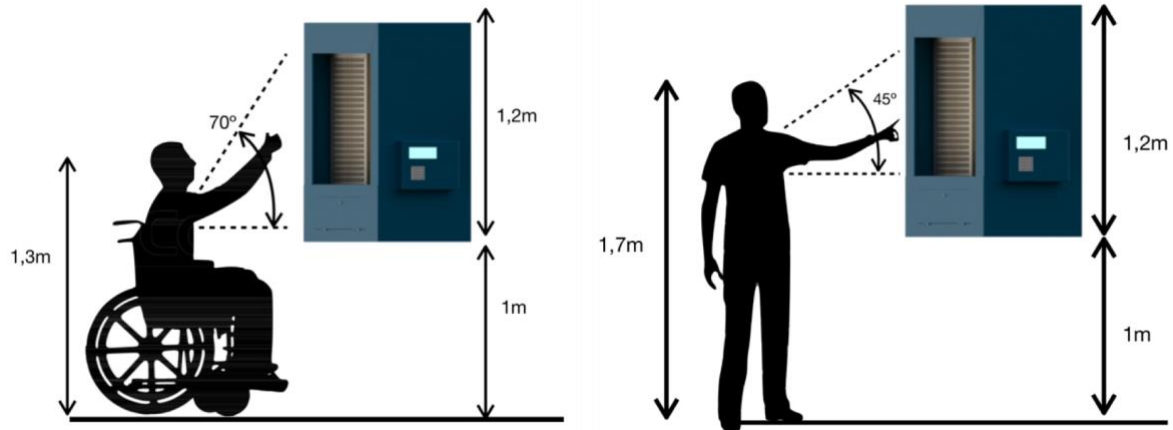


fig.32: Inclinació del braç

Tenint en compte que el punt més alt de l'armari és a 2,2m respecte al terra, i que l'eina més alta es trobaria aproximadament a 1,8 m, l'angle màxim d'aixecament del braç serà de 45° i de 70° en el cas de les persones amb cadira de rodes. Per tant, es considera que qualsevol usuari podrà accedir-hi sense haver de realitzar cap esforç excessiu o innecessari.

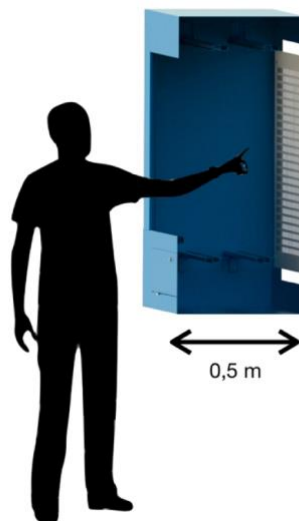


fig. 33: abast del braç

La imatge (figura 33) mostra la profunditat màxima de l'armari, que és d'uns 50 cm. Tenint en compte que, tal i com es demostra a l'apartat anterior, l'abast horitzontal màxim del braç és de 60 cm, es considera que l'eina més llunyana respecte a la part frontal de l'armari entra dins del rang de mesures de comoditat.

Per últim, tal i com es mostra a la imatge a continuació (figura 34), la caixa electrònica que entra en contacte directe amb l'usuari, es troba a una alçada de 1,3 m respecte al terra. Considerant que, tal i com es demostra a l'apartat anterior, l'altura mitjana d'una persona és 1,7 m, i que l'alçada de l'ull

d'una persona amb cadira de rodes coincideix amb els 130 cm, s'afirma que la caixa entra dins del camp visual de comoditat.

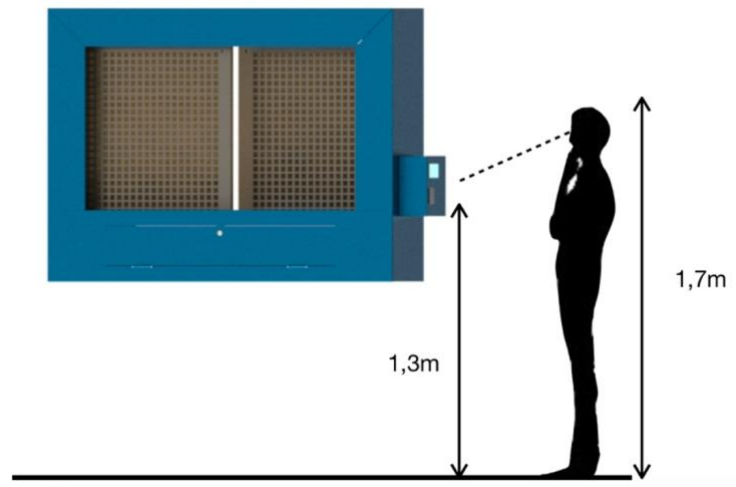


fig. 34: alçada de la caixa.

iv. Ergonomia cognitiva

L'ergonomia cognitiva té com a objectiu facilitar i optimitzar el procés de raonament de l'usuari a l'hora d'interactuar amb el producte a desenvolupar. Mitjançant el disseny de sistemes tecnològics d'informació, assegurem el rendiment i la fiabilitat de les accions que emprendreà l'usuari, de manera que en cap cas els hi sorgeixi cap dubte que no els permeti avançar dins del procés d'ús.

Per tal de identificar els punts febles sobre els quals necessitem reforçar mitjançant ajuts del tipus informació, primerament s'ha de reconèixer tots els passos que realitzaran tant el producte com l'usuari durant tot el procés. A continuació s'enllisten totes les tasques i sub-tasques que s'ha de realitzar:

- Usuari comprova visualment que l'eina està disponible.
- Usuari s'apropa al costat dret de l'armari on hi ha pantalla teclat etc.
- Usuari inicia sessió:
 - Mitjançant credencials a través del teclat.
 - Mitjançant el lector de targetes (carnet UPC)
 - No està registrat? Entra al web/aplicació per donar-se d'alta.
- La persiana s'obre automàticament.
- L'usuari identifica l'eina que necessita.
 - Accessible? L'agafa.
 - Amagada darrere d'un panell? Mou el/s panell/s a través del teclat.

- Agafa l'eina.
- L'usuari retorna l'eina al seu lloc
- L'usuari finalitza sessió
- La persiana es tanca automàticament.

Un cop definit tot el procés, identifiquem quines son les tasques que poden ocasionar algun tipus de conflicte cognitiu per part de l'usuari. La següent llista mostra els passos sobre els que s'ha treballat per millorar l'eficiència del procés:

- **Iniciar sessió:** el primer cop que l'usuari fa servir l'armari, pot no saber com obrir l'armari o bé iniciar sessió. S'ha de facilitar informació respecte a les diferents opcions que pot assolir.
- **Utilitzar l'aplicació:** L'usuari pot desenvolupar una sèrie de tasques a través del mòbil, com per exemple registrar-se o veure disponibilitat de les eines, entre d'altres. Es facilitarà informació respecte a com obtenir i fer servir l'aplicació.
- **Moure els plafons:** en cas que l'usuari necessiti agafar una eina que no es trobi a simple vista, haurà de moure els plafons mitjançant el teclat. S'ha de facilitar informació respecte la manera de fer-ho.
- **Tancar l'armari:** un cop finalitzada la tasca que l'usuari ha desenvolupat amb les eines utilitzades, pot trobar-se amb el dubte de com finalitzar la sessió i tancar l'armari. En aquest cas, s'ha de posar èmfasi en la manera correcta de tancar l'armari per evitar problemes.

Un cop realitzada la identificació de les tasques potencialment problemàtiques, s'ha creat un plafó informatiu que va adherit al costat dret de l'armari. Aquest plafó, prèviament revisat i autoritzat pel servei STL de l'escola, té com a objectiu resoldre tots els dubtes que pot tenir l'usuari abans o durant el procés d'ús de l'armari.

La figura 35 mostra una vista preliminar d'aquest ajut informatiu. S'ha utilitzat lletra helvètica, coneguda per ser còmode de llegir. Al costat de cada punt s'hi adjunta un pictograma representatiu de cada pas del procés, per a una visió més àmplia i ràpida de tot el procés en conjunt. A l'*annex a* es troba el plafó informatiu a escala real, per a un anàlisi més detallat.

INFORMACIÓ D'ÚS DE L'ARMARI

- És el primer cop que utilitzes l'armari? Entra al web <https://www.epsevg.upc.edu/armariSTL> i registra't, o bé descarrega't l'aplicació **Servei de Prèstec STL** a través de Google Play o Apple Store.
- Ja estàs registrat? A través de l'aplicació pots **comprovar** en qualsevol moment si el **material** que necessites està **disponible** actualment a través de l'aplicació.
- **Primer pas: comprova que l'armari està encès.** En cas contrari, prem l'interruptor situat al costat del teclat.
- **Segon pas: Inicia sessió** mitjançant les teves credencials o bé acosta el teu carnet UPC. Un cop iniciada, la persiana s'obre automàticament.
- **Tercer pas: l'eina que necessites està amagada a la part del damunt? Pots moure els panells** fent ús dels interruptors situats al costat del teclat.
- **Quart pas: pots agafar tant material com necessitis.** Recorda que és important fer-ne un ús **responsable** i **retornar-lo al seu lloc** un cop hagi acabat.
En cas que trobis una **eina en mal estat** o bé es trenqui accidentalment, si us plau, omple el formulari d'incidències mitjançant l'aplicació mòbil.
- **Cinquè i últim pas:** No t'oblidis de **tancar sessió**; l'armari es tancarà automàticament. Si us plau, comprova que la persiana es queda ben tancada. En cas contrari, contacta amb el servei STL i informa de l'incidència.

fig. 35: vista preliminar plafó informatiu

Tanmateix, s'ha realitzat un plec de plànols de muntatge per facilitar la feina als operaris de manteniment a l'hora de muntar l'armari o desmuntar-lo, si escau. S'ha utilitzat la vista del tipus esclatat, i s'hi detalla, pas per pas, tot el procés de muntatge.

La figura 36 mostra una vista preliminar a mode d'exemple; els plànols de muntatge complets es poden trobar a l'*annex j*.

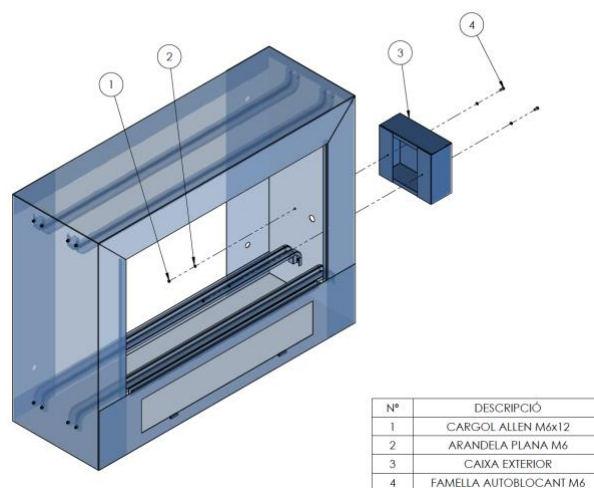


fig. 36: vista preliminar plànol de muntatge

e. Historial de versions

Durant tot el procés de disseny de l'armari, dues peces han anat canviant de forma i en certa manera de funció. Alguns dels canvis han estat per motius funcionals i altres per motius mecànics o productius. Aquestes peces són el cos de l'estructura i les guies. A continuació s'enumeren totes les diferents versions d'ambdues peces, amb una breu descripció del tipus de canvi i el motiu.

i. Cos de l'estructura

La figura 37 mostra la **primera versió** del cos de l'estructura, formada per dues peces: la caixa posterior i el marc frontal. La fixació entre les dues peces venia donada mitjançant tornilleria. Va ser descartada per costos de producció; el marc frontal suposava una gran pèrdua de material en forma de residu.

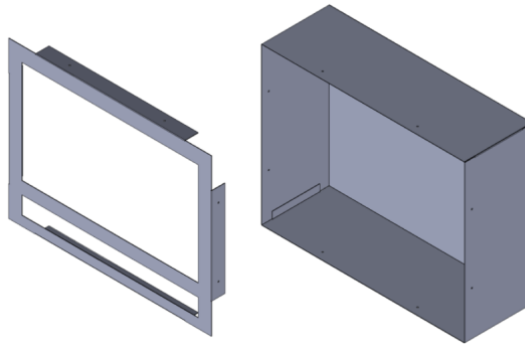


fig. 37: cos estructura v1

Seguidament, a la **segona versió** es va tenir la idea que el cos de l'estructura estigués formada per quatre peces iguals, tal i com mostra la figura 38. D'aquesta manera s'estalviaria en material i processos. No obstant això, a l'hora d'analitzar el resultat i d'adaptar-lo a la resta de peces, es va arribar a la conclusió de que realment no serien 4 peces iguals. Cada una de les peces hauria de tenir petits detalls que la diferenciaven de la resta. Per tant, aquesta opció es va descartar.

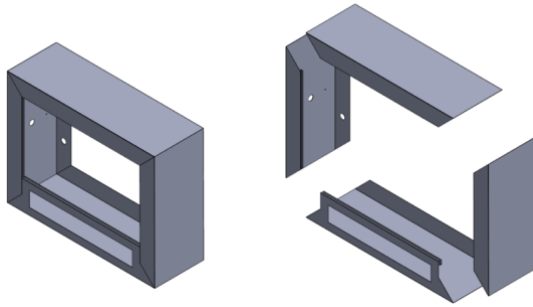


fig. 38: cos estructura v2

La següent proposta, la **tercera versió** (figura 39), va ser que el cos de l'estructura estigués formada per una sola peça: una sola planxa d'acer que, mitjançant elaborats talls, plegs i soldadures, donés com a resultat l'estructura sencera. Altre cop, la opció va ser descartada ja que la planxa d'acer base hauria de ser massa gran i a la vegada donaria com a resultat massa material residual.

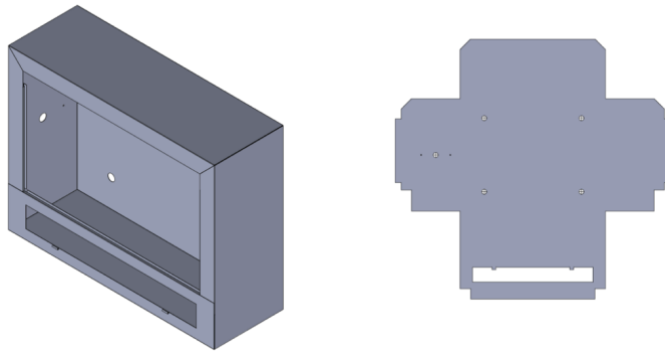


fig. 39: cos estructura v3

L'**última versió** del cos de l'estructura (figura 40) mostra la planxa desplegada que forma el cos de l'estructura actual. S'ha decidit que la planxa “mare” sigui allargada i que es plegui de forma tubular. D'aquesta manera s'aconsegueix una substancial millora en la reducció de material residual, així com una millor resistència al reduir considerablement el nombre de soldadures necessàries.

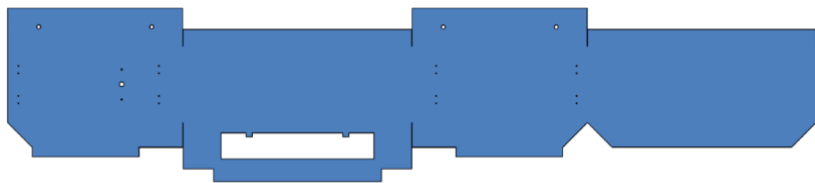


fig. 40: cos estructura v4

ii. Guia

La primera idea que es va tenir va ser un disseny senzill. El conjunt del panell tindria un parell de rodes per cada extrem, una a cada cara del panell. Per tant, cada panell disposaria de dues guies i cada roda es recolzaria sobre una d'elles. La figura 41 mostra l'exemple de la **primera versió**. A l'hora d'analitzar el resultat es va considerar el gran nombre de guies que serien necessàries per a un armari de dos plafons mòbils.



fig. 41: guia v1

La **segona versió** (figura 42) va ser ajuntar les dues guies necessàries per a un panell en una de sola, ja que d'aquesta manera s'aconsegueix una clara reducció de peces totals. De la mateixa manera que la primera versió, aquesta guia aniria fixada a les parets de l'estructura mitjançant un escaire soldat a cada extrem. No obstant, la fixació a l'estructura va ser precisament el que va fer que l'opció es descartés; la guia s'hauria de soldar directament a l'estructura sense necessitat de cap altra peça.



fig. 42: guia v2

Seguidament, a la mateixa segona versió se li va aplicar uns plecs a cada extrem, donant com a resultat una **tercera versió** tal com mostra la figura 43. L'objectiu d'aquests plecs era poder soldar la guia directament a l'estructura. A l'hora d'analitzar el resultat, es va contemplar l'opció que els panells només utilitzessin una roda per cada extrem. Per tant, la opció es va descartar.



fig. 43: guia v3

Per últim, la figura 44 mostra la **versió definitiva** de la guia, la qual tan sols presenta un sol carril per a la roda. Cal dir que aquesta mateixa versió ha contemplat dues subversions: la primera, fixar els plecs dels extrems mitjançant soldadura. La segona i definitiva, fixar la guia a les parets de l'estructura mitjançant tornilleria. S'ha optat per la segona subversió per motius de comoditat a l'hora de muntar i desmuntar l'armari com a conjunt.

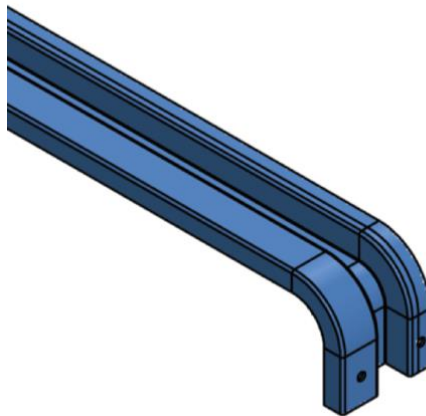


fig. 44: guia v4

f. Conclusions

Durant el procés d'estudi i desenvolupament de les diferents tasques dins del camp de disseny de producte s'ha tingut en compte conceptes com la creativitat, funcionalitat, l'ergonomia i la sostenibilitat. Es pot afirmar que s'ha obtingut un resultat que satisfà les necessitats de l'usuari, ja sigui a nivell físic o bé cognitiu. Tanmateix, s'ha aconseguit amb els requeriments del client, el qual demana cobrir unes necessitats que el disseny presentat pot assolir sense problemes.

5. Estudi mecànic i productiu del producte

En aquest apartat s'ha fet servir la bibliografia [11][12]

a. Introducció

Aquesta part del projecte es dedica a l'estudi mecànic i productiu del producte a desenvolupar.

Per una banda, mitjançant càlculs es garantirà que la part del departament de disseny, a part de ser funcional, accessible o estètic, també sigui viable. És a dir, que l'estructura soporti els esforços als que serà sotmesa i que els motors que generen el moviment de les parts mòbils tinguin la potència suficient per a que es produeixi.

Per altra banda, s'estudiarà el procés productiu més adient segons les unitats que es vulguin fabricar i les característiques definides amb els càlculs; com serien els materials seleccionats, les dimensions, entre altres.

b. Eines

Les eines que s'utilitzaran per a dur a terme aquesta part seran:

- MS Excel: Microsoft Excel és una aplicació de fulls de càlcul que forma part de la suite d'oficina Microsoft Office. En aquesta part del projecte, s'ha utilitzat per poder trobar diferents resultats del problema de dimensionament, només canviant les dades del mateix sense haver de repetir tot el procés
- ANSYS: Ansys és un ecosistema de programes CAE per a disseny, anàlisi i simulació de parts per elements finits FEA, inclou les fases de preparació de meshing, execució i post procés, el programa executa anàlisi de peces sotmeses a fenòmens físics usades en ingenieria i disseny mecànic, pot resoldre problemes físics sotmesos a esforços tèrmics, fluids, vibració i aplicacions específiques.

ANSYS Workbench és una plataforma de programari des d'on es creen els projectes d'anàlisis CAE en diferents disciplines, Workbench desplega gràficament l'intent de la simulació en enginyeria i s'estableixen les relacions entre fenòmens físics i els seus mòduls incloent multi física.

La plataforma ANSYS Workbench inclou programari i components per a diferents fenòmens. En aquest cas s'ha fet servir per l'anàlisi d'elements finits i calcula les deformacions dels elements

c. Implementació

En aquesta part es justificaran les decisions des del punt de vista mecànic mitjançant els càlculs pertinents. Per a la fabricació de l'armari s'utilitzarà xapa d'acer laminat en fred del tipus DCOE1, que permet obtenir els espessors amb els que es treballarà durant el projecte. Les dades tècniques d'aquest acer es troben al web que s'adjunta a la bibliografia[3].

La implementació va en tres direccions. Un cop acreditades les 3 vies, es podrà assegurar la viabilitat tècnica del producte a nivell mecànic:

Dimensionament del sistema motriu

En aquest apartat, es justificarà l'elecció del motor elèctric que fa girar l'husillo i genera el moviment lineal del panell mòbil de l'armari.

Per a obtenir els resultats, es representarà el diagrama de cos lliure. Resolent les equacions obtingudes trobarem la força que s'ha de aplicar al mànec del plafó per a que es generi el moviment en les condicions desitjades. Un cop obtinguda aquesta força, mitjançant la teoria de cargols de transmissió, s'obindrà el moment que haurà de generar el motor. Amb la velocitat angular, que és una variable fixada per nosaltres, i el moment trobat a partir dels càlculs es troba la potència del motor. Amb aquestes dades es busca al catàleg de fabricants per triar el motor, que serà la referència 162.4101.20.00 del catàleg que es troba a la bibliografia [2] . A la següent figura es representa com apoya el panell sobre les guies.

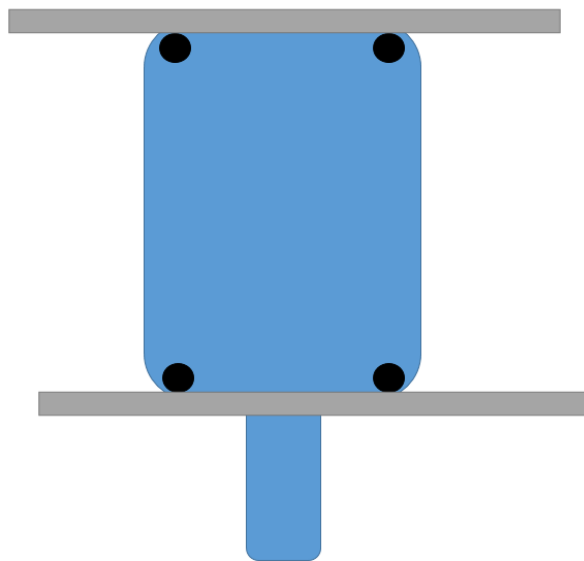


fig. 45: Representació del sistema panell guia

Aplicant un coeficient de seguretat de 2, per poder canviar la distribució d'eines i el tipus existent actualment, s'obté que el motor ha de tenir:

- Potència 3,5 W
- generar un moment de 0,015 N·m, a una velocitat de 2250 rpm
- L'acceleració del motor es definirà experimentalment en el moment que es disposi del prototip

Els càlculs que justifiquen aquests resultats es troben a l'*annex b*.

Hi ha 3 escenaris possibles, en el moment d'acceleració sentit del moviment, velocitat constant i acceleració contrària al moviment. Per dimensionar el motor s'analitza el cas en velocitat constant. És cert que el moment més gran serà necessari per iniciar el moviment, però els motors transmeten un pic de moment al arrancar molt més gran que en funcionament normal.

Dimensionament estructural.

L'objectiu del projecte és la d'implementar funcions noves als armaris d'eines de paret convencionals. Per tant ens servirem de les estructures d'armari que existeixen a dia d'avui al mercat i farem l'anàlisi d'elements finits per veure els esforços i deformacions que pateix. Per la guia, com s'utilitza el rebuig de la xapa de l'estructura, s'utilitza xapa d'1 mm d'espessor. Per tal de justificar que suporta el pes del panell carregat amb les eines es calcula la fletxa (*annex c*).

Per a la simulació d'elements finits, es tenen en compte 2 casos i es farà amb el programa ANSYS; quan el plafó mòbil es troba enmig de l'armari i quan el plafó es troba en un dels extrems. L'anàlisi es fa en la situació més desfavorable; que és fent la simulació com si l'armari estigués suportat únicament sobre els 4 cargols de fixació sense contacte amb la paret. Cal dir que no s'ha representat la pestanya del darrere que li dona rigidesa a l'estructura. A continuació s'adjunten les figures del procés que s'ha seguit per a la simulació dels elements finits

Per a les següents figures s'ha utilitzat la següent bibliografia [13][14]

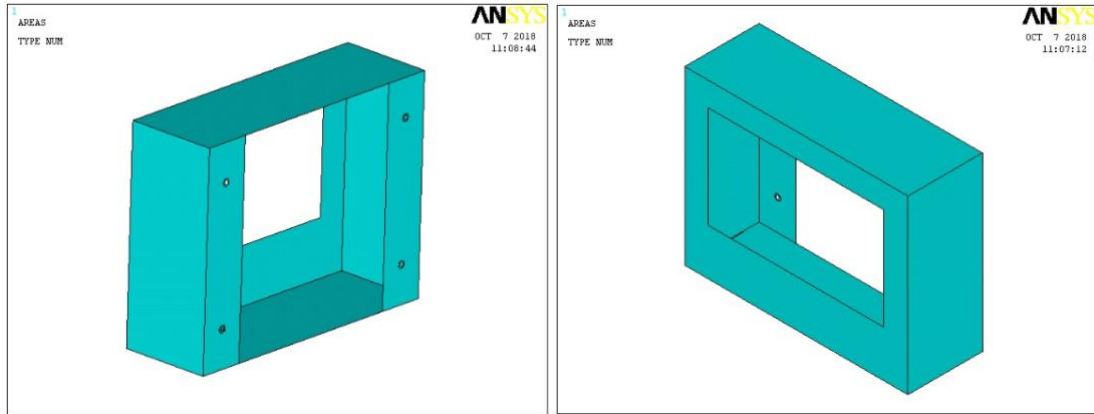


fig. 46: Model en ANSYS de l'armari

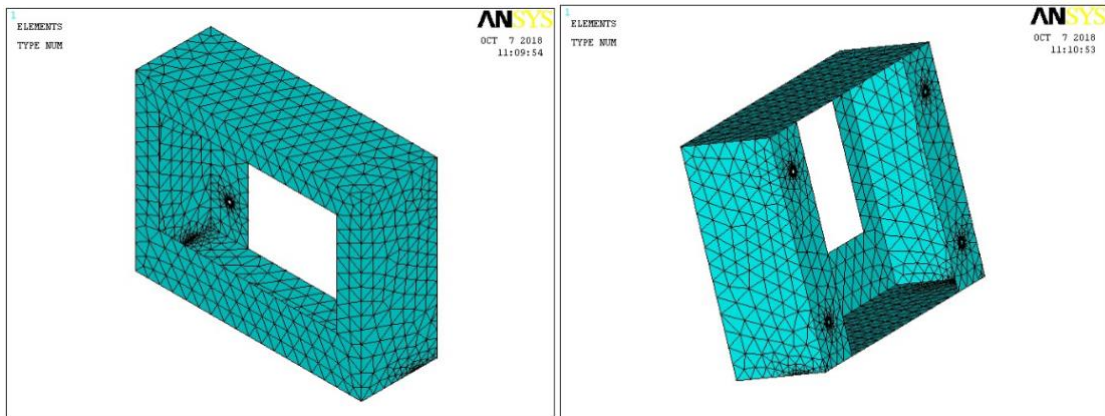


fig. 47: Mallat de l'armari

Cas en el que el panell es troba enmig de la guia (fig. 48):

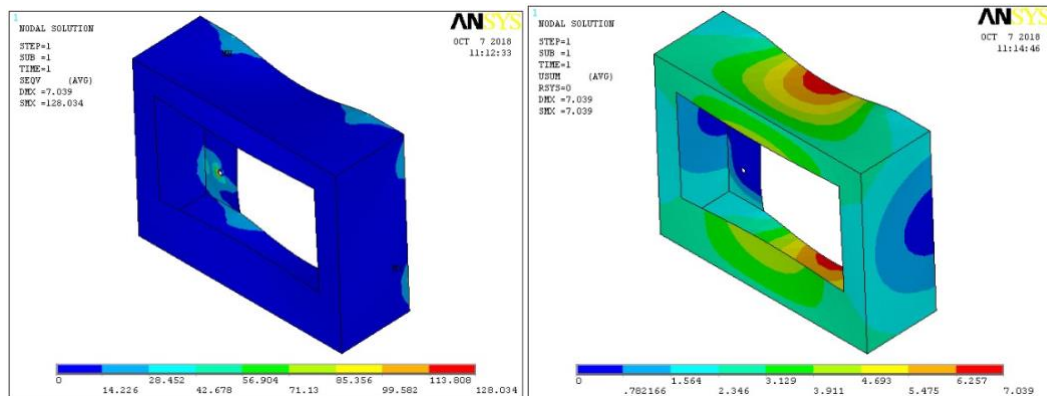


fig. 48: Tensió de Von Mises i deformació de l'armari amb el panell enmig de la guia

Cas panell a un extrem (fig. 49):

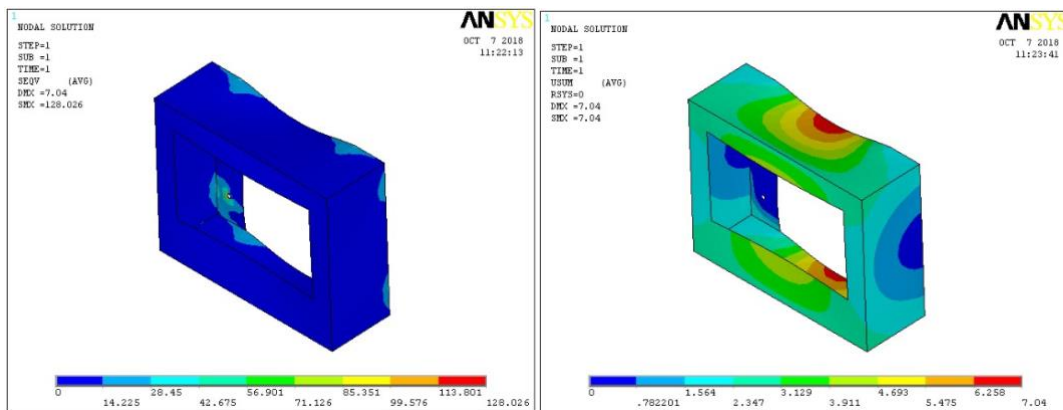


fig. 49: Tensió de Von Misses i deformació de l'armari amb el panell a un extrem de la guia

La diferència entre els dos casos és mínima, això es deu a que el pes del panell (11 Kg) en comparació al de l'armari (90 Kg) és petit i la diferència en les reaccions, que transmet la guia a l'armari, entre un cas i l'altre afecten poc. Es veu que en el cas més desfavorable la deformació màxima és de 6mm per a una longitud de 1500 mm. Per tant, tenint en compte que el disseny final disposa d'una pestanya que li dona rigidesa i s'instal·la contra paret, es dedueix que l'estructura està ben dimensionada.

També es dimensionarà la guia sobre la que llisca el panell mòbil, es calcula si la guia suporta el pes del panell mitjançant el càlcul de la deformació. El punt més sol·licitat és quan el plafó es troba en el centre de la guia.

En aquest cas, al contactar el panell en dos rodes, a la figura es mostra la sollicitació que es troba a la bibliografia [10]:

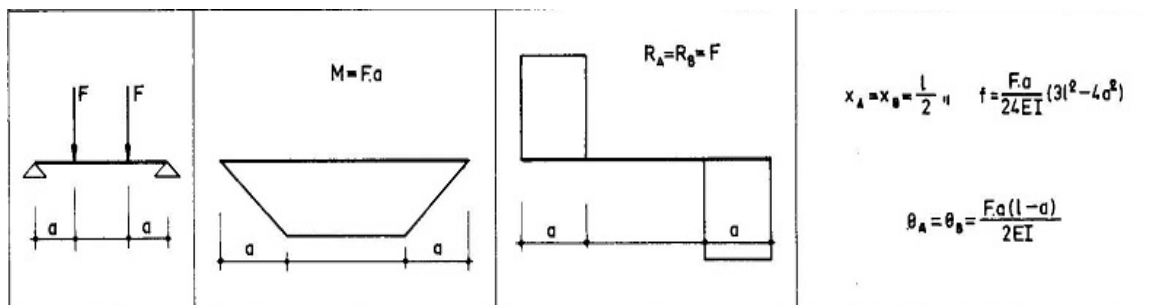


fig. 50: Sollicitació de la guia, tenint en compte que el panell contacta en 2 punts³

Amb una xapa d'1 mm d'espessor, per poder aprofitar la mateixa amb la que s'elabora l'armari, el resultat obtingut en el mig de la guia és una deformació de 0.004mm, per tant l'espessor és suficient per a suportar els esforços els càlculs es troben a l'annex c.

³ sollicitació extreta de <https://ingemecanica.com/tutoriales/prontuario.html>

Es fa la simulació en ANSYS, a la figura 51 es mostra el resultat:

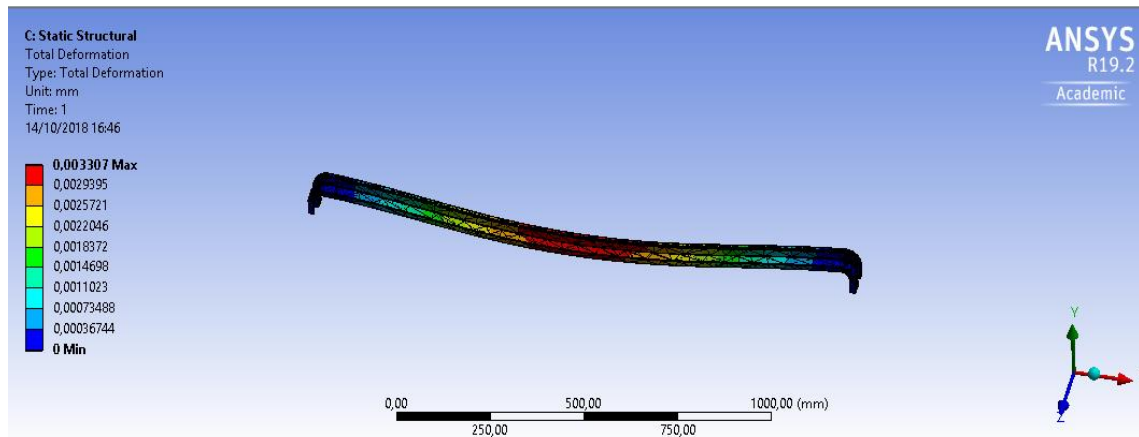


fig51: Anàlisi d'elements finits amb ANSYS de la deformació de la guia

- Fixació a la paret [15]

L'armari amb les eines té un pes aproximat de 90 Kg, es fixa a la paret amb 4 cargols.

A l'hora de dimensionar els cargols, apart de tenir present que el cargol no trenqui, s'ha comprovat que amb el resultat obtingut no es deforma la xapa de l'estructura. En cas contrari, el cargol quedarà dimensionat per les condicions que fan que la xapa no pateixi.

Aplicant un factor de seguretat de 1.25, els valors obtinguts són molt petits, de l'ordre de 1-2 mm de diàmetre per el cargol. Els càlculs per a que el cargol no trenqui, s'han fet seguint el mètode explicat al llibre de juvinall [1] que s'executen a l'*annex d*, mentre que la comprovació de que la xapa no es deforma i el coeficient de seguretat aplicat s'extreu d'un document de l'UPCOMMONS de la bibliografia [7]. Al haver una diferència de preu reduïda, es decideix agafar cargols de 5 mm de diàmetre per una qüestió de confiança amb el client. És a dir, si fem arribar un armari d'aquestes dimensions amb uns cargols de diàmetre tant reduït els hi generarà desconfiança. El forat que s'ha de fer a la xapa d'acer és de 6 mm de diàmetre mentre que el que s'ha de taladrar a la paret i la mida del taco és de 6 mm informació extreta de la pàgina que es troba a la bibliografia [11].

Per altra banda, la persiana serà una persiana de PVC transparent amb un motor de persiana. S'utilitzarà un motor de persiana⁴ tot i saber que està sobredimensionat, ja que és un producte existent al mercat, el que ho fa més econòmic que el fet d'haver de dissenyar i produir un específic per el producte analitzat.

⁴ Motor de persiana seleccionat <http://m.motoresypersianas.com/motor-persiana-cable-10nm-25kg-35mm-97.html>

d. Sistema productiu

En aquest apartat s'exposa detalladament el sistema productiu de l'armari, desde que obtenim la xapa fins a l'ensamblatge. Tanmateix, es detallen els processos que es duen a terme, la maquinària a utilitzar i s'acompanyarà amb un diagrama de flux. El fet de que l'estructura de l'armari sigui una peça de xapa plegada es justifica en aquest punt, ja que el sistema productiu d'una sola peça és més econòmic que el de quatre. Encara que la peça sigui d'una complexitat més elevada, l'operari només ha de fer un ajust de màquina per a fer tota la producció. A la bibliografia es troba un enllaç [4] on es mostra el procés productiu d'un carro d'eines. A continuació la figura mostra el diagrama de flux del procés productiu:[16]

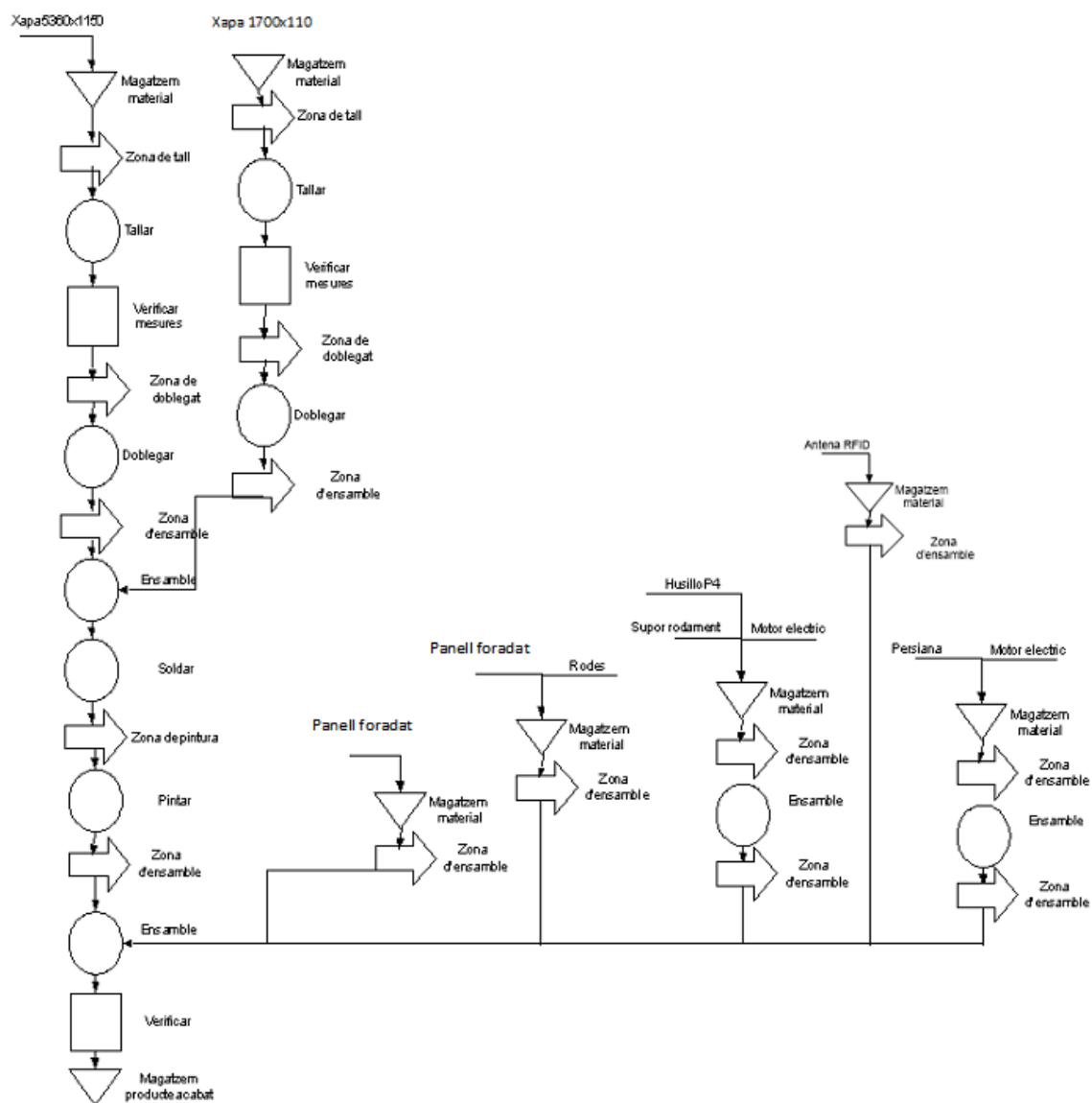


fig. 52: Diagrama de flux del sistema productiu

En el procés productiu es poden diferenciar 5 processos:

- Tall de la peça [17]

Es parteix d'una bobina de 1250 mm (mida standard de bobina) d'ample, tallem a 5360 mm de longitud i la passem per la màquina de tall làser. Degut a les grans dimensions de la xapa s'ha hagut de fer una recerca per trobar una màquina capaç de treballar amb aquestes mides (TruLaser 5060), que talla a una velocitat de 300mm/m, per tant, tenim en compte que la longitud de tall és de 17671 mm el temps de tall de l'estructura és 59min. El rebuig obtingut no el llençarem, per optimitzar el material s'aprofitarà per a la fabricació de la guia que necessita de 10,5 min i de la resta de components d'acer. a continuació es mostra una màquina apte per dur a terme la feina (figura 53)



fig. 53: Màquina de tall làser TruLaser 5060 ⁵

- Plegat de la peça [18]

Després del procés de tall es plega la peça per a donar-li forma a la xapa, la velocitat de la màquina és de 10 mm/s amb una longitud de plegat de 12300 mm el temps necessari són 20.5min/unitat de l'estructura i la guia amb 6000mm de plegat necessita 10 min

⁵ La imatge de la màquina i tota la informació es troba al link al catàleg del fabricant de la bibliografia [8]



fig. 54: Màquina de plegat⁶

- Soldadura

Abans de soldar l'estructura se li afegirà les guies i el sistema motriu (husillo motor), un cop ensamblat es procedeix a soldar mitjançant el sistema MIG. A una velocitat aproximada de 6 mm/s amb una longitud de soldadura de uns 1000 mm el temps de l'operació és de 3min/unitat

- Pintura

La pintura a utilitzar haurà de ser antioxidant, serà una pintura martelè de color blau i degut a la seva densitat s'aplicarà amb pistola, la superfície a pintar són uns 9'5 mm²/unitat, per cada unitat fa falta 1 litre de pintura aproximadament⁷. El procés consisteix en penjar l'armari a una cadena que farà un recorregut per tots els processos de desengreix, preparar la superfície per rebre la pintura, aplicació de la pintura i secat. Tot el recorregut dura 3.5h però al ser una línia que anirà sempre plena, un cop arribin els armaris al final, cada 15 seg en sortirà un.

- Ensamblatge

Quan es parla d'ensamblar es refereix a la unió de 2 o més peces per crear un subconjunt, i anar-los agrupant fins acabar en el producte final. Aquesta activitat serà manual i s'usaran operaris, per tant el seu cost només serà mà d'obra.

⁶ La imatge i la informació de la màquina es troba al catàleg del fabricant a la bibliografia [9]

⁷ Pàgina d'on es treu la referència requerida de litres pintura/unitat armari es troba a la bibliografia 10 <https://pinturas-dami.com/es/32-8857-pintura-antioxidante-martele-oxirite.html>

e. Conclusions

La primera conclusió que s'extreu és que els armaris existents actualment es troben sobredimensionats, ja que se l'ha afegit un extra de forces i encara suporten el pes, inclus tenint en compte que el fet de que tot sigui una sola peça li resta rigidesa a l'estructura.

Per altre banda, el fet de que l'estructura aguanti sent només d'una peça, fa que es compleixi l'objectiu d'economitzar els costos de fabricació.

Es veu clarament que el coll d'ampolla es troba en el tall de la xapa. Per tant, les possibles millores futures en el procés productiu aniran en aquest sentit

6. Sensat i control de l'armari.

a. Introducció

En aquest apartat s'ha usat la següent bibliografia [20][21]

Per poder donar accés a l'armari, desbloquejar la porta o portar un control de qui té eines i quines eines té, es necessita una electrònica que pugui gestionar aquesta informació exterior. A més, que aquesta informació es converteixi en flux de dades que més endavant el servidor podrà gestionar i manipular per retornar amb forma d'ordres un altre cop a l'electrònica de l'armari i aquesta actuï amb conseqüència.

D'una banda en aquest apartat s'explica la construcció de l'electrònica i per altra la comunicació que s'estableix entre l'armari i els seus components i la base de dades.

Aquesta part es divideix en: les eines utilitzades per fer el treball, la descripció del hardware que s'ha dissenyat, una proposta de software i per acabar un anàlisi de la part de potència.

L'esquema general de connexions i relacions entre els components és el que es veu a la figura:

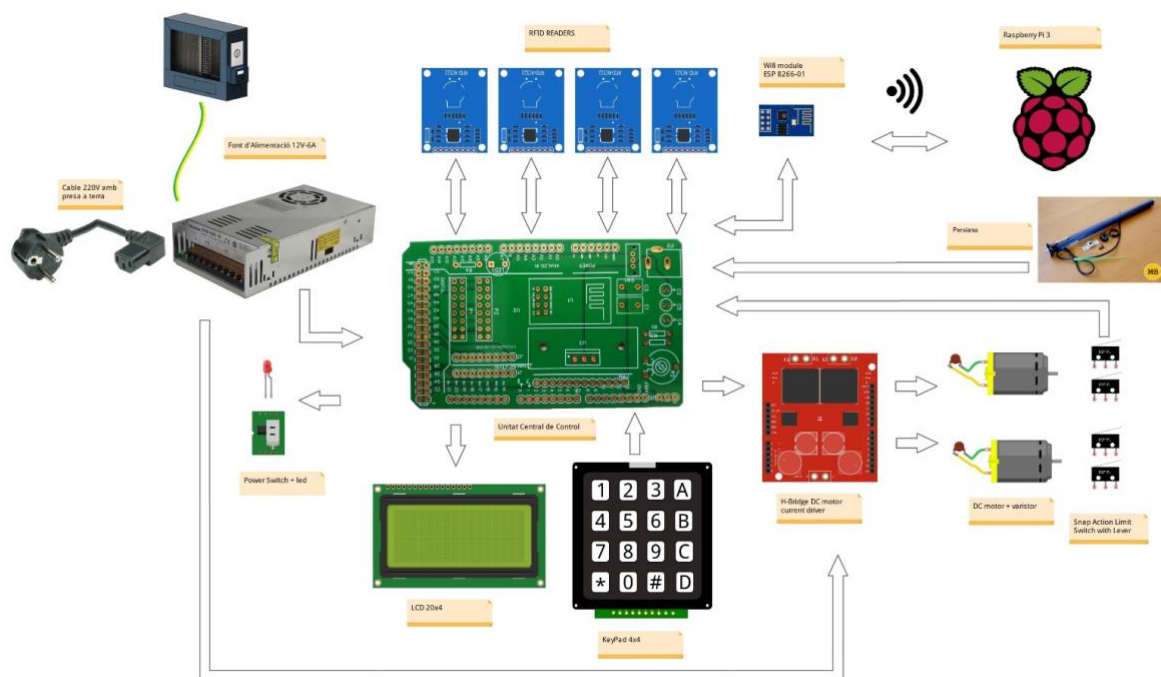


fig. 55: esquema general de connexions

Vist de d'esquerra a dreta i de a dalt a a baix podem trobar:

L'armari anirà connectat amb un cable amb connexió a terra a una font d'alimentació commutada i, per seguretat, el cable de terra anirà connectat també a les parts metàl·liques de l'armari. La font d'alimentació serà la que donarà potència als motors a través del driver. Després hi ha un petit switch per alimentar o deixar d'alimentar la PCB, el led ens indica com està. A la versió de prova tenim quatre lectors RFID que es comuniquen amb l'Arduino a través del Shield dissenyat. Per establir una comunicació amb la Raspberry es fa servir un mòdul wifi ESP8266-01. I per poder-nos comunicar amb l'usuari fem servir una pantalla LCD de 20x4 on mostrarem els missatges que facin falta en cada moment. Si s'ha d'entrar alguna cosa manualment, disposem d'un teclat matricial de 4x4. I finalment, per controlar els motors tenim dos drivers de motor en pont en H. Aquest ponts estan alimentats a 12V per la font d'alimentació i controlats per l'Arduino per les sortides PWM. Els finals de carrera ens indicaran on son els panells.

b. Eines

Per poder fer tota l'electrònica s'ha usat l'aplicació web easyEDA⁸. És una eina potent i gratuïta que permet dissenyar plaques de circuit imprès. S'ha optat per aquesta aplicació vers d'altres perquè a part de ser gratuïta i fàcil d'utilitzar és web i hi ha la possibilitat de tindre-ho guardat al núvol. També hi ha la possibilitat de portar-la a "imprimir" a molt bon preu a través de JLCPCB⁹ i que vingui muntada si els components existeixen a la pàgina de LCSC¹⁰.

Com a cervell de l'armari s'ha escollit l'Arduino MEGA2560 R3. S'ha escollit perquè és un microcontrolador que ja ve amb una placa de desenvolupament fàcil d'usar, amb molta documentació i llibreries creades per Arduino i la comunitat i perquè està sota una llicència lliure. El MEGA2560 R3 és la placa Arduino basat en l'ATmega2560¹¹ d'Atmel. És el que ve amb més entrades i sortides de tota la gamma de la marca italiana i per això ens permet simplificar-ho tot i tindre els components en paral·lel i no haver de recórrer a protocols sèrie.

L'entorn de programació que s'ha utilitzat per programar l'Arduino és el que proporciona la mateixa marca. S'ha usat la versió web perquè qui ha les últimes actualitzacions de llibreries i drivers. Es fa servir el llenguatge de programació C++.

Abans de programar és molt recomanable fer un esquema de com ha de ser aquest programa. Per veure

⁸ easyeda.com

⁹ www.jlcpb.com

¹⁰ lcsc.com

¹¹ http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561_datasheet.pdf

si calen rutines, planificar l'estructura i les variables. Per això s'ha fet servir el draw.io¹². Una aplicació web de fàcil integració amb el Google Drive que ens permet fer una gran varietat de diagrames de flux.

Tot i que no és ben bé una eina pròpiament dita, el GitHub és una plataforma online open source on he anat a buscar molta documentació referent a Arduino i llibreries.

c. El hardware

i. El Shield d'Arduino i la PCB

Per poder implementar totes les aplicacions i mòduls en el hardware de l'Arduino s'ha optat per fer-ho en forma de shield. S'anomena shield a una placa que s'adapta perfectament amb el pinout de l'Arduino i que permet tenir un circuit extra en aquest. Amb més components electrònics i entrades o sortides amb funcionalitats extra.

En aquest cas el shield implementa tota la part de potència i els connectors específics per a tots els perifèrics.

El disseny s'ha fet amb l'aplicació web gratuïta easyeda.com. I respon a les necessitats de control dels elements de l'armari.

Normalment els shields d'Arduino s'alimenten a partir de l'alimentació del propi Arduino. Però en aquest cas, com que es necessitava alimentar altres perifèrics s'ha posat una font d'alimentació de 12V que alimentarà l'Arduino i alguns altres perifèrics amb un regulador de tensió a 3,3V.

Com es pot veure a la següent figura, el disseny de la PCB s'ha fet a doble cara, pistes de 6 mils i un espaiat de també 8 mils. Aquestes mesures són més que suficients per no escalfar massa el coure de les pistes ni perquè la senyal circuli malament. A més a les pistes de voltatge 12, 5 i 3,3V són pistes de 10 mils perquè hi hagi menys resistència al pas de la corrent.

A la següent taula podem veure una relació dels pins de l'Arduino amb la seva funció al Shield:

Arduino I/O	Shield	Arduino I/O	Shield
VCC		14 (TX3)	
5V @0		15 (RX3)	
5V @1		16 (TX2)	
5V @2		17 (RX2)	
3.3V		18 (TX1)	TX ESP-01

¹² www.draw.io

AREF		19 (RX1)	RX ESP-01
RESET		20 (SDA)	
A0		21 (SCL)	
A1		22	P1 KeyPad
A2		23	P2 KeyPad
A3		24	P3 KeyPad
A4		25	P4 KeyPad
A5		26	P5 KeyPad
A6		27	P6 KeyPad
A7		28	P7 KeyPad
A8		29	P8 KeyPad
A9		30	
A10	P4 LCD	31	Pujar persiana
A11		32	Baixar persiana
A12		33	
A13		34	P1 J3 (Final de carrera 1)
A14		35	P2 J3 (Final de carrera 2)
A15		36	P3 J3 (Final de carrera 3)
0 (RX0)		37	P4 J3 (Final de carrea 4)
1 (TX0)		38	P5 J3 (Motor 1.1)
2	PWM 1	39	P6 J3 (Motor 1.2)
3	PWM 2	40	P7 J3 (Motor 2.1)
4	P10 LCD	41	P8 J3 (Motor 2.2)
5	P9 LCD	42	
6	P8 LCD	43	
7	P7 LCD	44	
8	P6 LCD	45	Pin15 P2
9		46	Pin16 P2
10		47	Pin15 P1
11		48	Pin16 P2
12	P1 J5	49	Pin3-4 P1 P2
GND @0	GND (copper zone)	50	Pin9-10 P1 P2

GND @1	GND (copper zone)	51	Pin11-12 P1 P2
GND @2	GND (copper zone)	52	Pin13-14 P1 P2
GND @3	GND (copper zone)	53	
GND @4	GND (copper zone)		
13	P2 J5		

Taula 2: Relació pinout Arduino amb el Sield

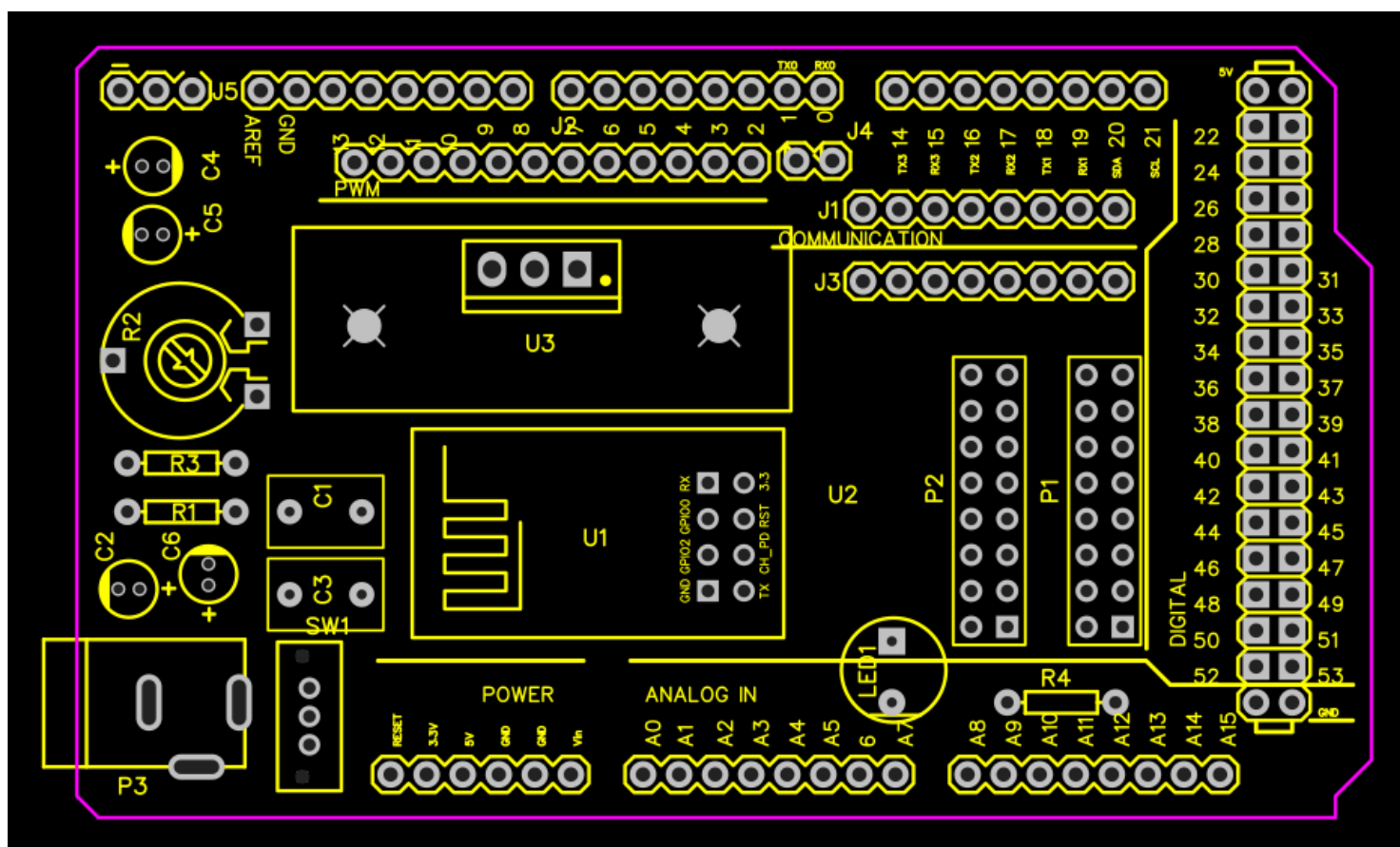


fig. 56: disseny de la PCB

A la següent figura es pot veure l'esquemàtic de la PCB amb tots els components i les seves connexions. A l'annex e hi trobarem l'esquemàtic amb format i tamany DIN A3 per a poder-lo consultar.

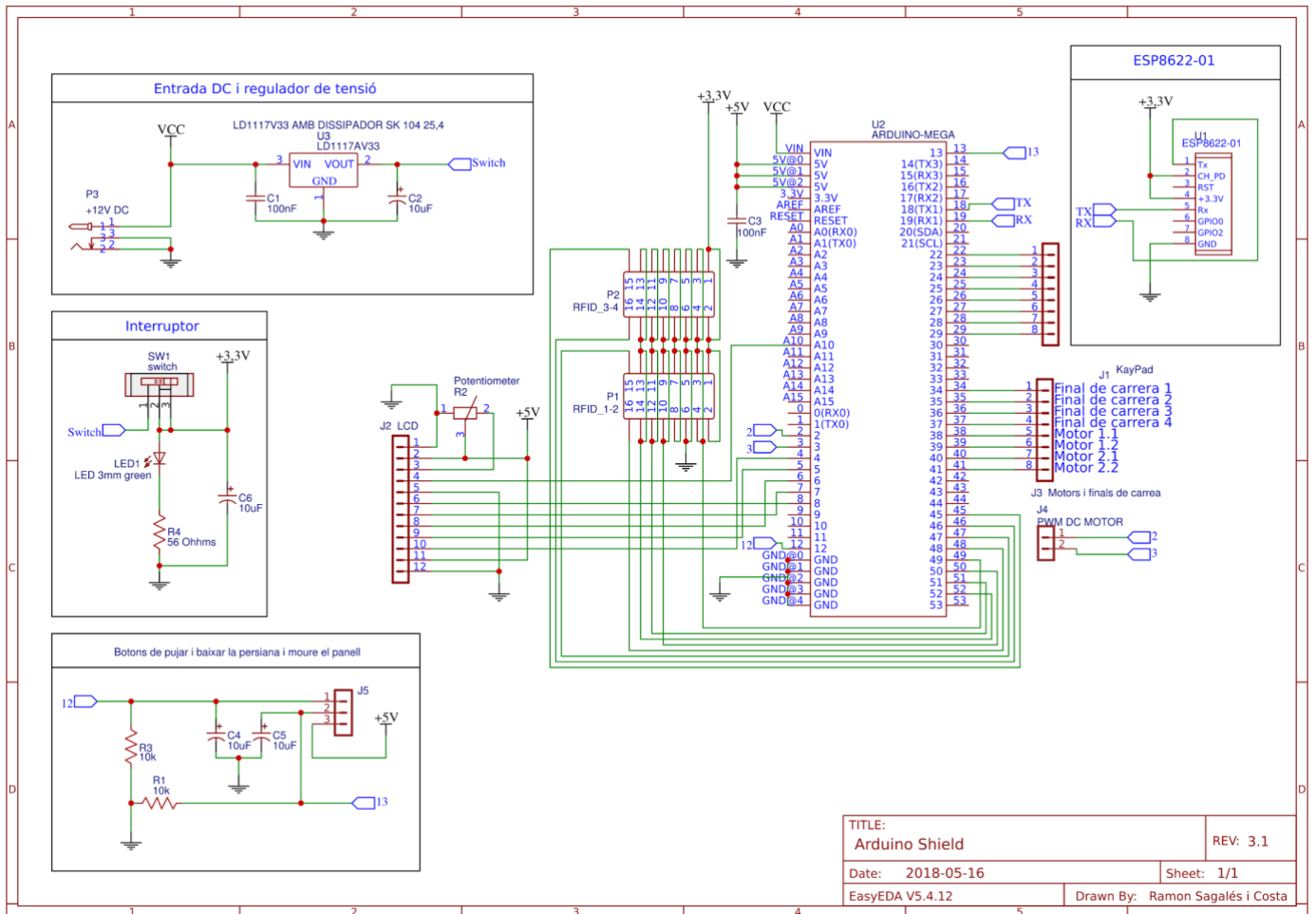


fig. 57: esquemàtic de la PCB

A l'annex f hi ha la BOM per poder realitzar la PCB.

Els elements més importants a la PCB són:

ii. LD1777: el regulador de voltatge

En aquest apartat s'ha utilitzat la següent bibliografia [23][24][25][26]

Per alimentar els dispositius que van a 3,3V es pot fer servir les sortides de l'Arduino, però degut a les seves limitacions (pot consumir com a màxim 500mA) s'ha optat per posar un regulador de tensió de 12V a 3,3V. D'aquesta manera, tot i que s'encareix una mica el projecte, també es protegeix el controlador, allargant-ne la seva vida útil i evitant que s'escalfi en excés.

El regulador que s'ha triat per a la ocasió és l'LD1117V33. LD respon a Low Drop, el 1117 és la família de regulador, que va des de 1,2V a 5V) i el V 33 significa que són 3.3V.

Aquest regulador és perfecte perquè és capaç de donar fins a 800mA, que és corrent suficient per operar tots els elements que componen la PCB. A més el voltatge és de 3,3V, que és el voltatge que necessita tant els sensors RFID com el mòdul de Wifi. L'encapsulat que s'ha escollit és el TO-220 que apareix a la següent figura.

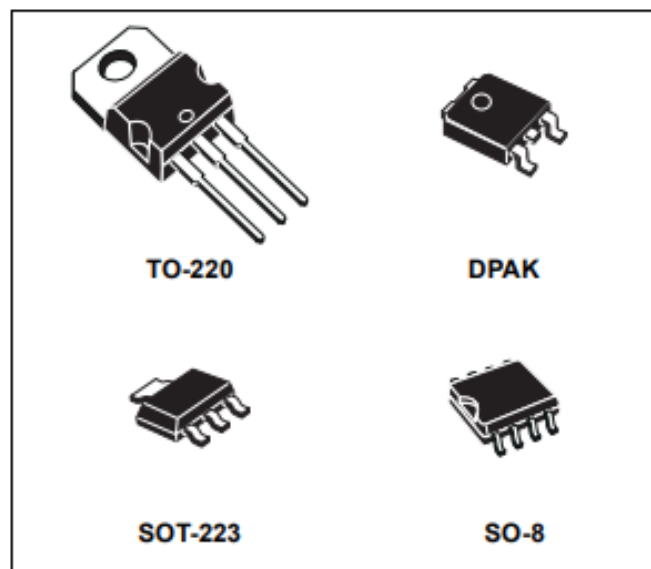


fig. 58: diferents encapsulats per LD1117V33

Segons el Datasheet de l'LD1117 (fig. 59 i fig. 60) es pot alimentar fins a 15V, per tant com que la font d'alimentació anirà a 12V estarà dins el rang operatiu. També s'ha de comprovar que no calgui cap dissipador adicional. Segons el datasheet pot dissipar fins a 12W i la temperatura que pot operar està entre 0 i 150°C, i la R_{ja} és de 50°C/W.

Table 2: Absolute Maximum Ratings

Symbol	Parameter		Value	Unit
V_{IN}	DC Input Voltage		15	V
P_{tot}	Power Dissipation		12	W
T_{stg}	Storage Temperature Range		-40 to +150	°C
T_{op}	Operating Junction Temperature Range	for C Version	-40 to +150	°C
		for standard Version	0 to +150	°C

fig. 59: taula de valors màxims

Table 3: Thermal Data

Symbol	Parameter	SOT-223	SO-8	DPAK	TO-220	Unit
$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-case	15	20	8	3	°C/W
$R_{thj-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient				50	°C/W

fig. 60: taula de dissipació

Prenent com a temperatura ambient 30°C i, en els pitjors dels casos, un consum de 800mA, podem aplicar la fórmula:

$$(1) w \leq \left(\frac{150-30}{50} \right) = 2,4W$$

$$\text{Watts a dissipar: } w = (12 - 3,3) \cdot 0,8 = 6,69W$$

Com es pot veure, no es poden dissipar els 6,69W que es pretén, per tant s'ha de fer càlculs per veure quin dissipador, com a mínim, s'ha d'instal·lar.

$$(2) R_{da} = \left(\frac{150-30}{6,69} \right) - 3 - 0,4 = 14,53^{\circ}C/W$$

Per poder dissipar es tria un dissipador FischerElektronik SK 104 25,4 (fig. 61). Té una $R_{da}=14^{\circ}C/W$ i que ens serveix perfectament.

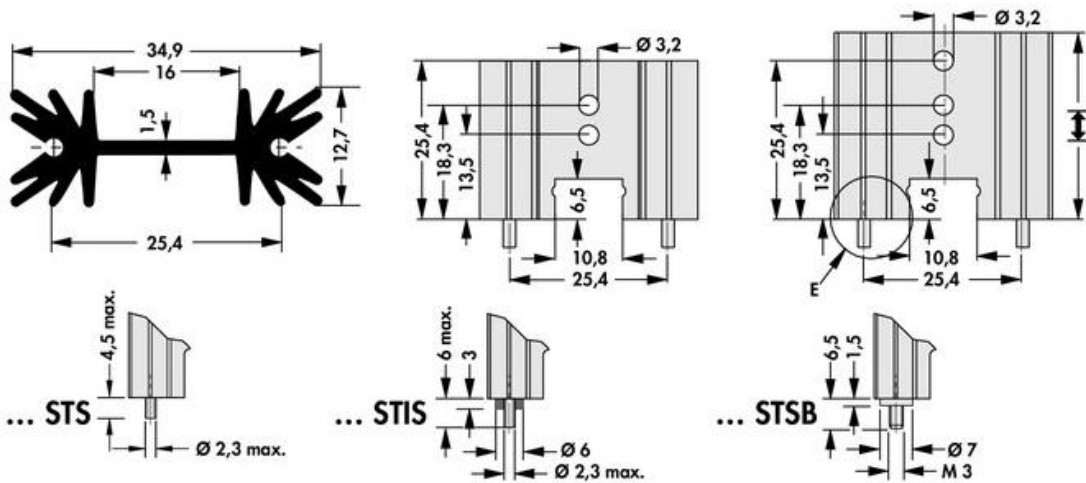


fig. 61: model de dissipador escollit

Per fer el disseny de la PCB s'ha creat una llibreria amb el regulador muntat a un dissipador de les mateixes mesures que es mostra a la següent figura:

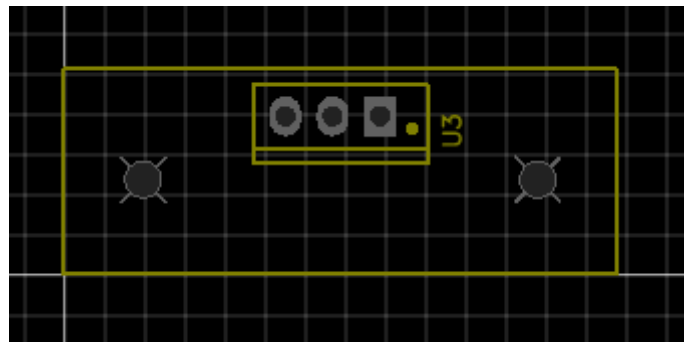


fig. 62: llibreria PCB del dissipador SK 104 25,4

Prenent les recomanacions del fabricant, cal posar uns condensadors de desacoblament a l'entrada i la sortida del regulador de tensió tal i com s'indica a la fig. 63.

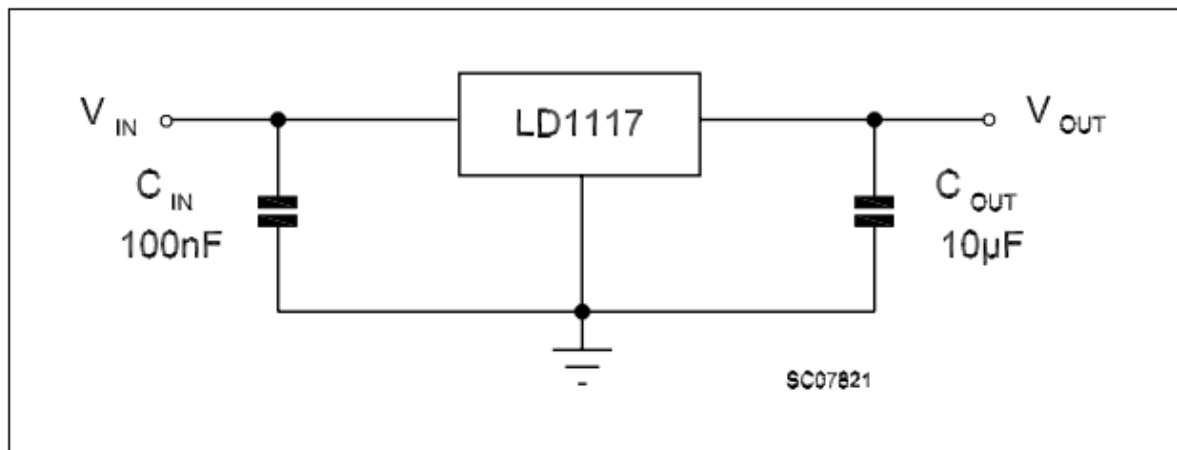
Figure 4: Application Circuit (FOR OTHER FIXED OUTPUT VOLTAGES)

fig. 63: condensadors de desacoblament del regulador de voltatge

iii. Mòdul Wifi:

En aquest apartat hem utilitzat la bibliografia [23][24][25][26][27][28][29][30][31][32][33][34]

1. Programació

Per poder programar el mòdul wifi esp8266-01 es necessita un convertidor de USB a TTL sèrie. Per aquesta necessitat s'ha fet servir el convertidor que porta incorporat el mateix arduino, així no cal comprar un convertidor nou. També s'alimenta el mòdul amb el mateix Arduino.

Per això s'ha de connectar l'USB de l'ordinador a l'USB de l'Arduino i el Tx i Rx de l'Arduino al Tx i Tx de l'esp8266-01 i s'ha de desconnectar el controlador ATMEGA2560 perquè quedi directament el Rx i Tx del convertidor incorporat de la placa arduino als Rx i Tx del seu pinout, sense que passi pel controlador. A la següent figura es pot veure un esquema de la connexió entre l'Arduino i el mòdul Wifi¹³.

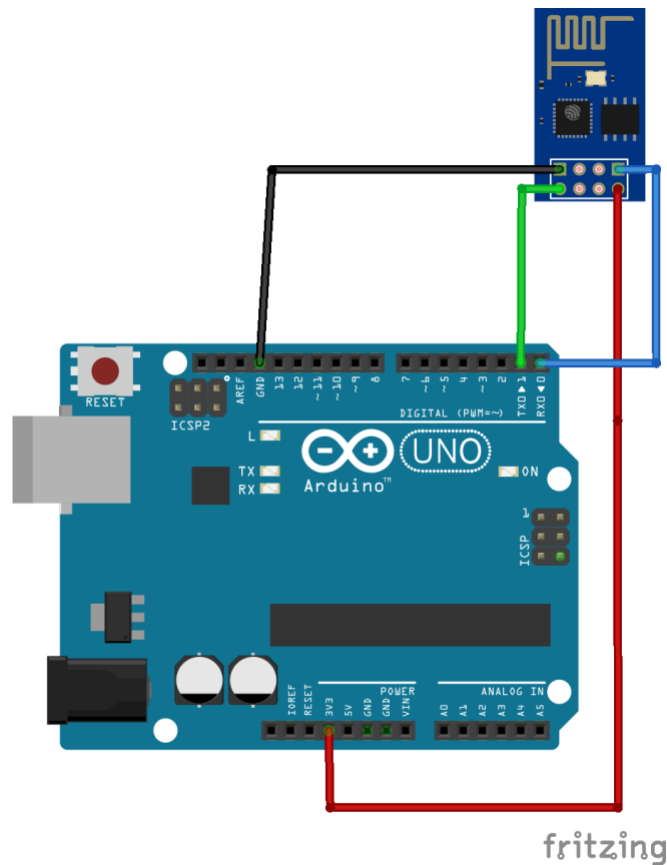


fig.64: connexió per programar l'ESP8266-01

Un cop es té aquesta connexió feta és hora de programar l'ESP8266-01. Com s'ha comentat es fa amb una alimentació externa de 3,3V i amb els pin Rx i Tx connectats entre ells.

¹³ [Fritzing part for an ESP8266-based WiFi module](https://github.com/ydonnelly): github.com/ydonnelly

Des de la consola d'ArduinoIDE (o monitor sèrie) s'aniran enviant missatges AT. Els missatges AT són el conjunt de comandes que el mòdul entén i ens serviran per connectar-lo a una xarxa o una altra. La manera de transmetre aquests missatges és usant la comanda "AT+" i tot seguit (sense espais) la instrucció que es vulgui executar. El mòdul wifi ens retorna un "OK" conforme ha rebut correctament la comanda.

Hi ha altres firmwares pel mòdul per poder-lo programar directament amb el IDE d'Arduino. S'ha descartat aquesta opció perquè no s'ha trobat necessària. Les comandes AT compleixen perfectament la funció que es volia pel mòdul wifi.

Primer de tot s'ha de configurar la consola i per això per una banda s'ha de posar a l'ajust de línia que posi NL i CR. Que significa "New Line" i "Carriage Return". Això és perquè al final de la línia, quan es prem "Enter" passi a la següent línia i en creï una de nova. Per altra banda s'ha de configurar la velocitat de la comunicació. Generalment és 9600 bauds. Per tant es configura a 9600. Si no funcionés s'hauria de comprovar que tot està correctament connectat i si ho està canviar la configuració de la velocitat de comunicació a 115200 bauds que es una altra velocitat que normalments es fa servir per aquests tipus de mòduls.

Els bauds és la mesura estàndard per la comunicació en sèrie i significa el nombre de bits per segon que es transmeten o es llegeixen. És imprescindible tenir la mateixa velocitat d'escriptura que de lectura perquè sinó els diferents components no entenen les comandes.

Un cop es té connectat correctament el mòdul ens sortirà un missatge de:

Ai-Thinker Technology Co.,Ltd

ready

per pantalla. I serà hora de configurar i connectar el mòdul a la xarxa.

Escrivint la comanda "AT" hauria de contestar "OK", que vol dir que està correctament connectat. Ara cal veure en quin mode està configurat. Si en mode estació, accesspoint o els dos. Es necessita que estigui configurat com a estació i accesspoint a la vegada. Per poder tenir una comunicació bidireccional.

AT+CWMODE?

Si no contesta amb un 3 hem de enviar:

AT+CWMODE=3

Ara toca connectar-ho a la xarxa, per això fem servir la comanda AT+CWLAP, que ens mostra totes

les xarxes disponibles al nostre voltant amb el format:

+CWLAP:(<tipus de seguretat>,<"nom de la xarxa">,<proximitat de la xarxa>,<"direcció mac">,<canal de l'estandard wifi>,<un alre número>)

per exemple:

+CWLAP:(3,"WIFICASA",-50,"c4:6e:1f:dd:de:fe",2,-14)

i per connectar a la xarxa wifi:

AT+CWJAP="nom de la xarxa","contrassenya"

Si tot va bé, contesta:

WIFI CONNECTED

WIFI GOT IP

A partir d'aquí ja estarà connectat a aquesta xarxa wifi fins que es desconnecta o es connecta a una altra.

Ara s'ha de programar per poder enviar dades a través d'un servidor. Per això, cal enviar una comanda perquè pugui suportar múltiples connexions.

AT+CIPMUX=1

Perquè funcioni com un servidor pel port que es decideixi:

AT+CIPSERVER=1,número de port

I per saber quina és la IP que ens ha estat assignada enviem:

AT+CIFSR

2. Alimentació i connexionat

En aquest apartat hem utilitzat la bibliografia [8]

A l'hora de connectar el mòdul wifi al Arduino per comunicar l'armari amb el servidor, s'ha de tenir en compte que per una part l'ATmega2560 té un fusible de protecció que deixa consumir, com a

màxim, 500mA entre totes les seves funcions i ports de sortida¹⁴ i per altra banda, el mòdul wifi pot consumir fins a 170mA. Al ser el perifèric que més consumeix, és necessari posar alimentació externa al mòdul wifi. Així donem la possibilitat a poder ampliar a més funcionalitats i que l'Arduino no hagi de subministrar tanta corrent i, d'aquesta manera, allargar la seva vida útil.

Es farà servir l'LD1117V33 que ens passarà dels 12V de la font d'alimentació als 3,3V que necessita l'esp8622-01. A la següent figura es pot veure un exemple d'alimentació del mòdul wifi.

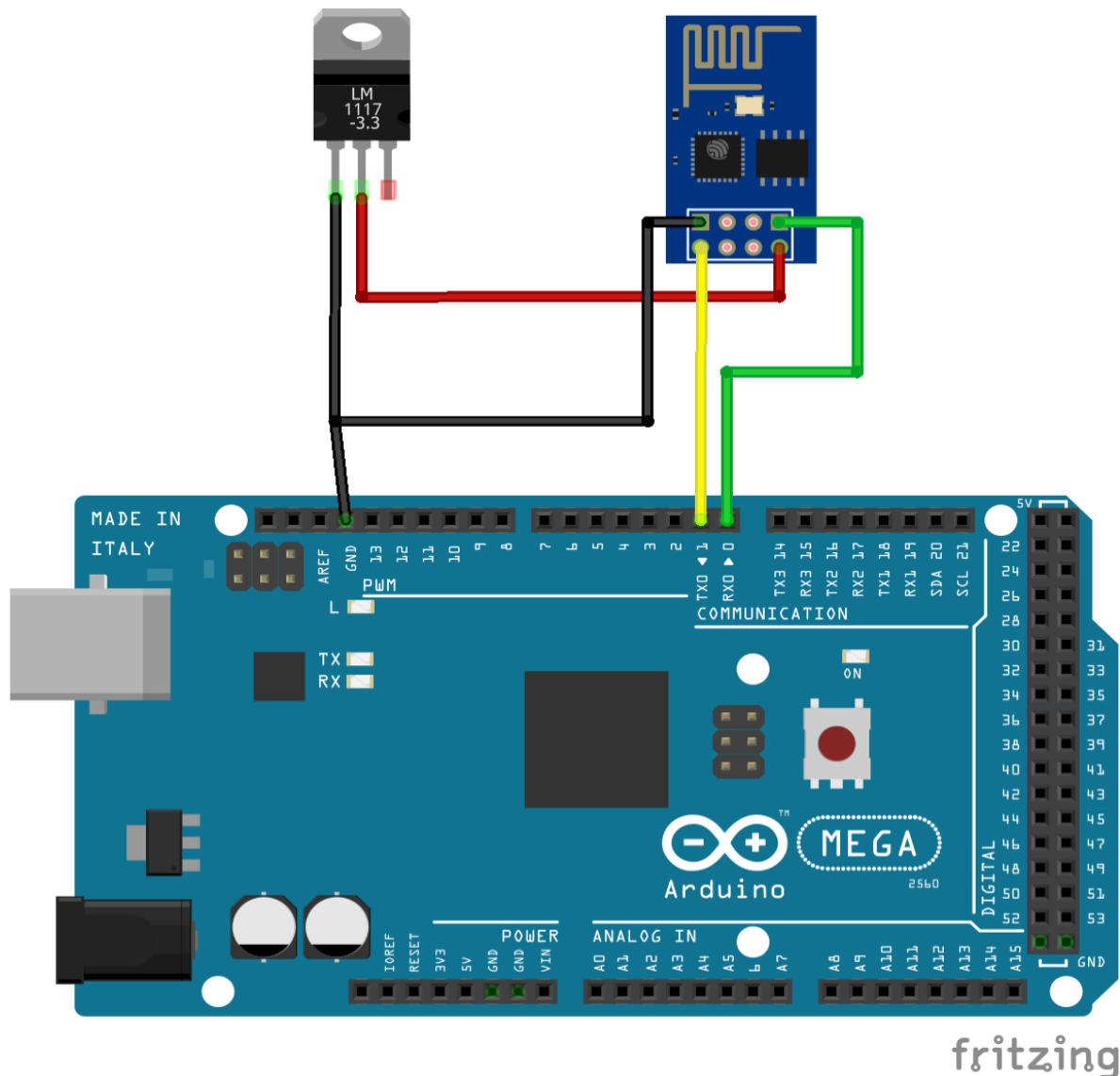


fig. 65: connexionat de l'ESP8266-01

¹⁴ Warnings: The Mega 2560 has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed. [ARDUINO MEGA 2560 REV3](https://store.arduino.cc/arduino-mega-2560-rev3):<https://store.arduino.cc/arduino-mega-2560-rev3>

3. Software

A partir d'aquest punt ja pot haver comunicació amb el servidor des de l'Arduino. Usant les comandes de `Serial.println`. Per poder tenir més funcionalitats hem d'incloure unes llibreries de l'ESP8622-01.

```
#include "ESP8266.h"
```

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

Per poder enviar trames per wifi al servidor es fa servir les rutines `Serial.printf`.

Com que l'Arduino Mega té 4 ports sèrie s'ha de especificar el port que es fa servir (a no ser que sigui el 0). En aquest cas s'ha fet servir el port 1 per deixar el port 0 lliure per poder fer la comunicació amb el monitor serie de l'IDE d'Arduino quan faci falta.

Aleshores s'ha de posar com:

```
serial1.printf("");
```

i entre cometes es posa el missatge.

Perquè l'Arduino s'entengui amb el servidor s'ha escollit un protocol per saber què és el que s'està enviant i si espera resposta.

iv. LCD

En aquest apartat s'ha utilitzat la següent bibliografia [35][36]

Per usar qualsevol rutina de la llibreria abans de tot s'ha de crear un LCD nou, a l'apartat de declaracions, per poder donar un nom a la pantalla:

```
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);
```

I també cal definir com és aquesta pantalla a l'apartat de setup perquè la llibreria pugui saber quines dimensions té i quan ha de fer un salt de línia. Per el nostre cas:

```
lcd.begin(20, 4);
```

Un cop tenim això definit, ja es pot fer ús de la llibreria i les seves rutines.

L'LCD té 18 pins de connexió 8 dels quals és el bus de dades que es comunica amb l'Arduino.

Per poder controlar la lluminància de la pantalla es posarà un potenciòmetre de 10k Ohms entre l'ànode i el càtode del led que il·lumina la pantalla.

Per mostrar els missatges per l'LCD, quan cal, s'ha de calcular on ha de començar perquè es vegin centrats. Per això fem servir la rutina `lcd.setCursor(x,y)`; on *x* representa la fila i *y* la columna.

v. Key Pad

En aquest apartat s'ha fet servir la bibliografia [49]

La connexió del KeyPad a l'arduino es fa de la següent manera. Les columnes es connecten a pins digitals en mode OUTPUT i les files en pins digitals en mode INPUT. D'aquesta manera, i com que els botons estan posats com a la fig. 66, quan posem a high una columna veiem si algun botó de la columna està apretat si el pin digital INPUT detecta estat de HIGH. I això és repeteix molt ràpid per a totes les columnes.

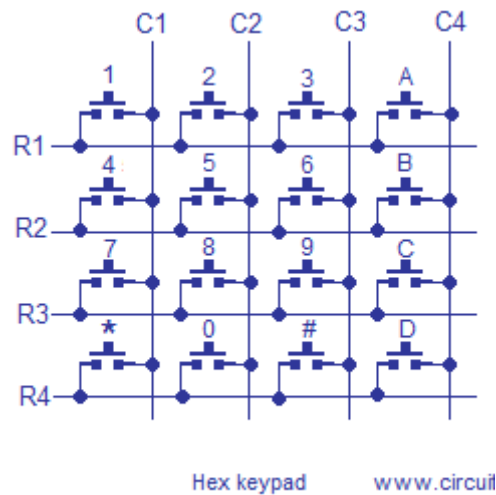


fig. 66: distribució dels botons

Per exemple: si apremem el botó 8, només quan la columna 2 estigui a HIGH i la resta a LOW, veurem per la fila 3 estat de HIGH i per la resta de LOW. Aleshores sabrem que s'està apretant el 8.

Per simplificar el codi, utilitzem llibreries ja existents, com la Keypad.h. Un còdi d'exemple per detectar la tecla que s'apreta pot ser:

```
#include <Keypad.h>

char keymap[4][4]= {
    {'1', '2', '3', 'A'},
    {'4', '5', '6', 'B'},
    {'7', '8', '9', 'C'},
    {'*', '0', '#', 'D'}
};

//Code that shows the the keypad connections to the arduino terminals
```

```
byte rowPins[4] = {'9','8','7','6'}; //Rows 0 to 4

byte colPins[4]= {'5','4','3','2'}; //Columns 0 to 4

//initializes an instance of the Keypad class

Keypad myKeypad= Keypad(makeKeymap(keymap), rowPins, colPins, 4, 4);

void setup(){

    Serial.begin(9600);

}

//If key is pressed, this key is stored in keypressed variable

//If key is not equal to NO_KEY, then this key is printed out

//if count=17, then count is reset back to 0 (this means no key is pressed during the whole keypad scan process

void loop()

{

    char keypressed = myKeypad.getKey();

    if (keypressed != NO_KEY)

    {

        Serial.println(keypressed);

    }

}
```

La rutina `getKey()` el què fa és, de manera molt ràpida, enviar un HIGH per cada columna. I per cada columna comprova si hi ha un HIGH a les files. Si coincideix és que s'ha apretat un botó i et retorna, sinó passa a la següent columna. Si no hi ha cap botó apretat, retorna un `NO_KEY`.

Al cablejat s'hi posarà un fil adicional de massa per posar un condensador entre les files i massa. D'aquesta manera s'evita, per hardware, llegir un rebot com una tecla vàlida. Així quan una fila entri en curtcircuit amb una columna el condensador es carregarà molt ràpidament, i si rebota el condensador mantindrà el voltatge fins que parin els rebots.

Els rebots és un fenomen habitual en els contactes mecànics com ara interruptors o relés. Quan es tanca el circuit, la part física que tanca el circuit pot ser que reboti unes quantes vegades donant una senyal de circuit tancat-obert-tancat i pot donar lloc a equívocs.

El condensador s'ha de triar molt bé segons la ocasió. Per aquest cas ha de ser petit i perquè es pugui carregar ràpidament, ja que les tecles del teclat en qüestió estan molt poca estona apretades. Amb un

condensador “de llentia” de 10uF n’hi haurà més que suficient.

Aquests condensadors no es posen al Shield perquè han de estar tan a prop com sigui possible dels interruptors.

Paral·lelament als condensadors s’han de posar unes resistències que faran a la vegada de circuit de descarga pel condensador i resistència pull-down (fig. 67).

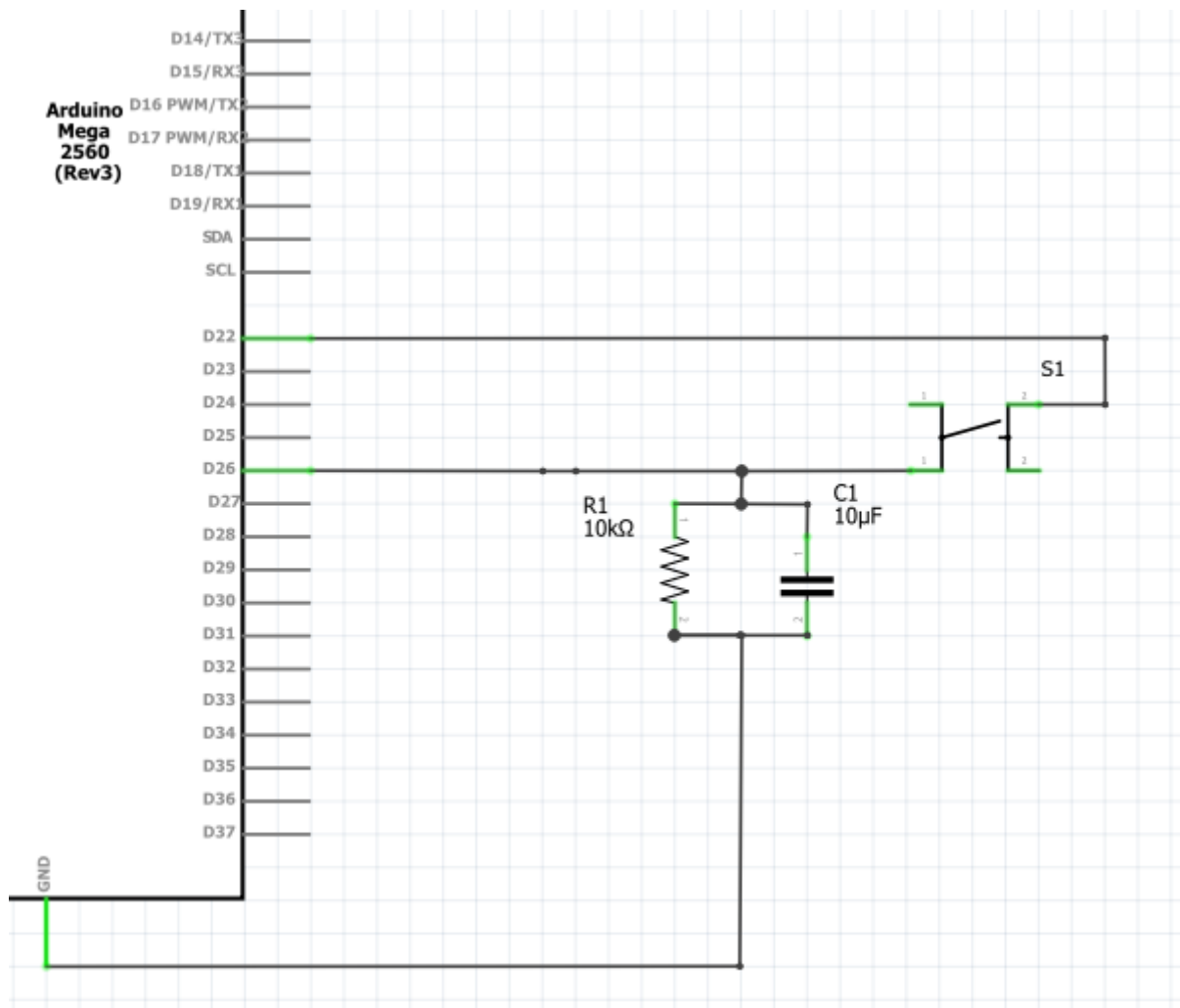


fig.67: connexió de les resistències pull down i el condensador

En qualsevol cas també es posarà una petita protecció per software per si de cas. Aquesta protecció consisteix en “parar” l’arduino unes dècimes de segon en forma de “delay” de 10 ms just després de detectar un botó. Aquesta espera no serà perceptible per l’usuari final.

vi. Antena RFID.

Per fer la detecció de les peces i per l'entrada de l'usuari s'utilitzarà la tecnologia contactless per radiofreqüència RFID.

L'antena RFID amb que s'ha usat per fer el prototip és una antena MFRC522 que suporta els protocols MIFARE i NTAG.

Per fer la detecció de l'usuari amb la targeta es mantindrà la mateixa antena, però per la detecció de les peces s'haurà de adaptar una mica l'armari a les antenes d'ultra alta freqüència.

La diferència és que les antenes MFRC522 es poden usar amb targets i clauers especials però la distància màxima és de uns quants mil·límetres. Per poder detectar les eines que hi ha a l'armari necessitem antenes amb un rang amb una escala de centímetres.

No s'ha pogut fer l'estudi de les antenes i lectors d'Ultr High Frequency (UHF) per l'elevat preu de les antenes (al voltant de 50€) i l'elevat preu dels receptors de més d'un canal (>\$1500). És per això que ens hem centrat amb les antenes d'alta freqüència (HF) com la de la figura 68.

Aquestes targetes disposen d'una llibreria per Arduino que gestiona la rebuda de dades de les targetes o clauers, si és que n'hi ha.

```
#include <MFRC522.h>
```

I mitjançant les instruccions

```
mfrc522[reader].PICC_IsNewCardPresent() (1)
```

```
mfrc522[reader].PICC_ReadCardSerial() (2)
```

Podem saber si 1: hi ha una etiqueta RFID al lector i 2: si s'ha llegit el codi. Amb aquestes dues instruccions podem llegir l'etiqueta corresponent.

i en les dues següents podem 1: queda emmagatzemat el codi i 2: el tamany del codi.

```
mfrc522[reader].uid.uidByte (1)
```

```
mfrc522[reader].uid.size (2)
```

A nivell de hardware les etiquetes tenen 8 pins (figura 66):

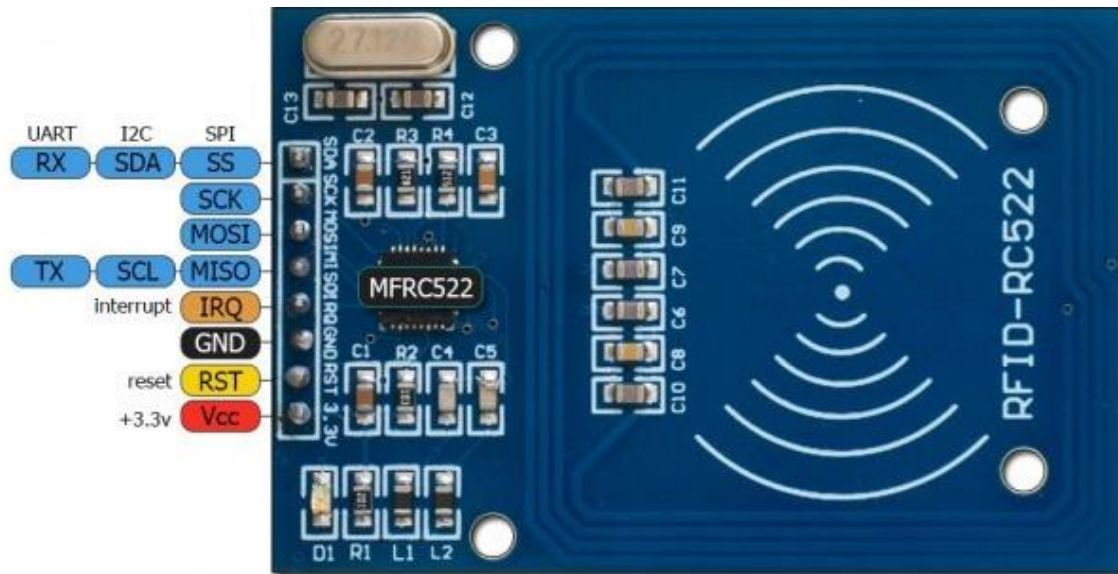


fig. 68: MFRC522 pinout

La llibreria està preparada perquè els pins de SS i RST es puguin connectar on es vulgui per poder controlar diversos lectors a la vegada però els pins SCK, MOSI i MISO van connectats, en el cas de l'Arduino Mega 2560 Rev3, als pins 52, 51 i 50 respectivament.

vii. Control de la persiana

La persiana especificada a la part corresponent que es farà servir només necessita de dues senyals: una per pujar i una altra per baixar, a més del neutre. Per això, es reserva dues sortides digitals de la PCB per poder fer aquestes dues accions

viii. El control del moviment del panell: pont en H L298N

En aquest apartat s'ha utilitzat la següent bibliografia [37][38][39][40][41]

El control del moviment dels panells i de la persiana es farà a través de l'Arduino. Quan es donin les condicions requerides els panells es mouran a la dreta o a l'esquerra i la persiana pujarà o baixarà. Com que l'Arduino no pot donar tota la potència que els motors necessiten, necessitem un driver de motors.

El driver que s'ha escollit és el Dual MC33926 Motor Driver Carrier de la marca Pololu¹⁵.

És un driver de motors pont en H que el que fa és que segons la polaritat del voltatge el motor gira en un sentit o un altre donant la potència necessària per fer-los girar. A la figura 69 es pot veure com es connecta el pont en H i què fa el motor segons quins inputs hi estiguin en HIGH o LOW.

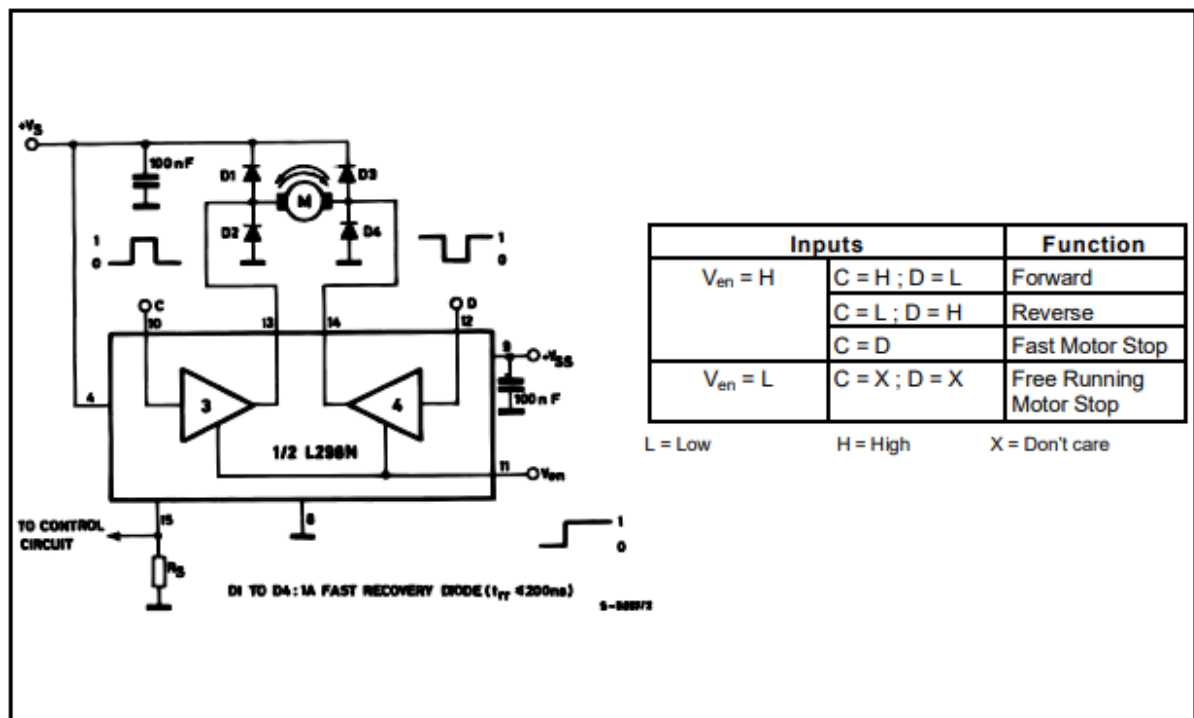


fig. 69: connexionat del motor al pont en H

Perquè el motor giri més ràpid o més lent es connecta el pin ENABLE de L298 a una sortida PWM de l'Arduino i segons el duty cycle que tingui el PWM el motor girarà més ràpidament o més lentament. La velocitat del motor es regula amb un duty cycle i no amb el voltatge perquè giri amb tota la força des del principi.

[27] El motor escollit és el Crouzet 82800036 que treballa a 12V i un consum de 2,5 ampers del web de Farnell Element 14. Té una velocitat de 2000 revolucions per minut. Podem veure les seves

¹⁵ Pololu Robotics & Electronics www.pololu.com

especificacions a la següent taula:

Nominal characteristics	
Speed (rpm)	2000
Torque (mNm)	75
Usable power (W)	15,7
Absorbed power (W)	30
Absorbed current (A)	2,5
Gearbox case temperature rise (°C)	44
Efficiency (%)	52

Taula 3: taula de valors nominals del motor

L'acceleració del panell més adequada s'escollirà experimentalment a raó que sigui la més ràpida sense que les peces facin més d'una oscil·lació i mitja quan para ni que cap tingui el perill de poder caure.

Per fer això utilitzarem el PWM de l'Arduino:

```
analogWrite(PIN, y);
```

On y és un valor comprès entre 0 i 255. Com que per utilitzar el PWM es fa servir valors entre el 0 i el 2000, éssent 0 0V i 2000 5V, s'ha de fer una interpolació linial:

```
x = map(value, fromLow, fromHigh, toLow, toHigh)
```

Aquesta funció en retorna un valor equivalent que està comprès dins un rang d'un altre que està comprès en un rang diferent.

Per altra banda també s'ha de buscar la funció de l'acceleració:

$$\omega = \omega_i + a \cdot t \quad (1)$$

i donat que el panell està sempre en posició de repòs la $\omega_i = 0$:

$$\omega = a \cdot t \quad (2)$$

Per tant només ens cal saber el moment inicial en que es comença a moure per poder posar amb precisió el temps. Per fer això es fa servir la funció millis() de tal manera:

```
temps1 = millis();
```

i donarà els milis que porta el programa engegat. Retorna a zero aproximadament a cap d'uns 50 dies.

El codi quedaria tal que:

```
#define a 4 //4 és l'exemple d'acceleració
```

```
t1=millis();  
  
do{  
  
    analogWrite(PIN, map(a*(t1-millis()/1000),0,2000,0,255));  
  
    delay(5);  
  
}while ((a*t)<2000);
```

Aquest petit codi, el que estaria fent és: escriure un valor diferent segons el temps per una acceleració “a” fins arribar a 2000.

Se li ha de posar un delay() perquè el bucle no s’executi massa ràpid i deixar que l’Arduino pensi més lent. No cal que les rutines s’executin a tota la velocitat que permet el microcontrolador. D’aquesta manera no es fa anar al límit, i a la vista humana és imperceptible.

d. El software

En aquest apartat s'ha utilitzat la següent bibliografia [87]

i. Introducció

La part del programa de l'Arduino s'estructura en 2 bucles dins un altre bucle. El primer és en el que se situen les rutines que estan esperant a tenir una identificació correcta de l'usuari i en el segon se situen les rutines per la gestió del material.

Primer de tot, l'usuari s'ha d'identificar o bé amb una targeta que li subministraran els propietaris de l'armari o bé amb un còdi i pin per teclat que també se li haurà subministrat per part dels propietaris del mateix.

L'Arduino envia per wifi el còdi de la targeta o el codi per teclat a la Raspberry, que retornarà un *ok* o un *no ok*. En el cas del *no ok* s'acaba el programa. En el cas de *ok*, i si s'ha accedit amb targeta l'Arduino dona per començada la sessió i puja la persiana. Si s'ha entrat per teclat l'Arduino demanarà el PIN, l'enviarà a la Raspberry i hi haurà un retorn de un *ok* o un *no ok*. En el cas del *no ok* s'acaba el programa. En el cas de *ok* l'Arduino dona per començada la sessió i puja la persiana.

Per un tema de seguretat no es permet la entrada simultanea de dos o més usuaris al mateix armari. S'ha de fer de un en un. Una de les linies de millora en un futur és investigar com poder tenir dues o més sessions obertes simultaneament.

Un cop pujada la persiana de l'armari l'usuari podrà manipular lliurement les peces i moure a esquerra i dreta els plafons d'eines. Només quan apreti el botó de tancar la persiana baixarà i es donarà per finalitzada la sessió. Per una qüestió de seguretat, al cap d'un temps prudencial (que s'ha de acabar de veure empíricament) la persiana baixarà i la sessió es finalitzarà.

A l'*annex h* trobarem la resta de rutines per aprofundir més en el programa:

El seu diagrama de flux del programa general seria el següent:

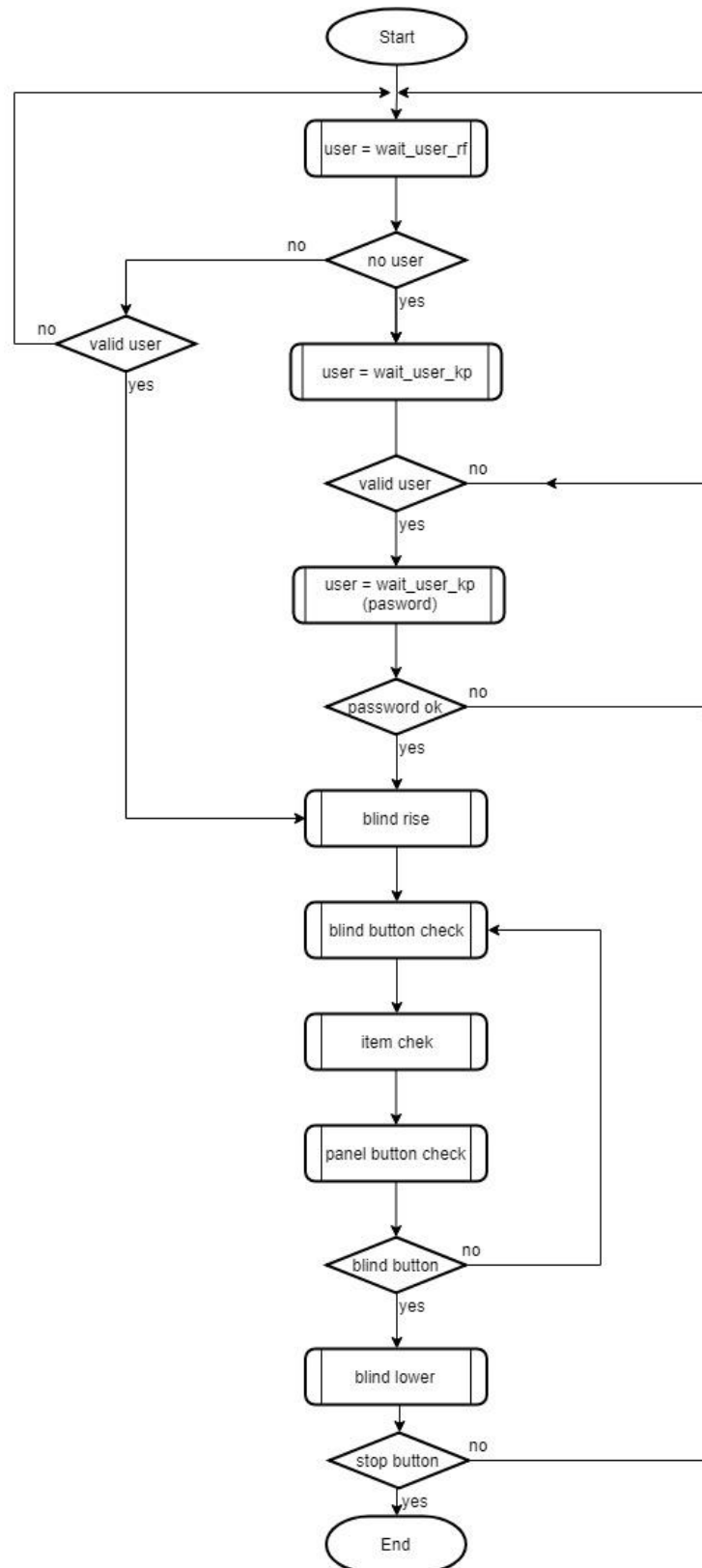


fig.70: diagrama del programa principal

ii. Protecció de rebots del teclat per software

En els switch mecànics sempre existeixen els rebots. El rebot és el fenomen que passa quan es tanca un circuit amb un switch mecànic i aquest es torna a obrir i tancar unes quantes vegades. Aquest fet pot portar a errors al pensar-se el microcontrolador que s'ha obert i tancat expressament.

En la rutina de apretar els botons del teclat s'hi ha afegit una protecció contra rebots per software tal que:

```
if (Kpress[0] != NO_KEY){ //si es captura una tecla

    for (int i=1; i<=3; i++){ //entrem al bucle de capturar la resta del codi

        j = 0;

        while (KP.getKey==NO_KEY){ //mentre no es detecti una tecla, espera 50 ms

            delay(50);

            j++;

            if(j=50000){ //si passa molta estona sense apretar una tecla

                i = 10; // i està en una posició impossible

                break; // surt del while

            }

        }

        Kpress[i]=KP.getKey //captura la següent tecla

        delay(100); //espera 100ms

    }

}
```

El que està fent és que, si troba que s'apreta un botó, comença a registrar els botons que s'apreten fins a 4 caràcters. Entre botó i botó posa un delay de 100 milisegons. I si no s'apreta cap tecla el codi no avança. S'ha posat un delay de 50 ms perquè el bucle es repeteixi menys vegades i no faci treballar tant l'Arduino.

Això fa que no sigui tan ràpid, però per l'usuari serà imperceptible.

iii. Protocol de comunicació amb la Raspberry:

En aquest apartat s'ha utilitzat la següent bibliografia [23]

Perquè l'Arduino i la Raspberry es puguin entendre quan s'envien missatges, s'ha d'establir un protocol de comunicació. En aquest cas s'ha decidit un protocol en format binari de 22 bits.

En tots els missatges hi ha dos bits, els més significatius (MSB), que ens indiquen la operació, els 12 següents ens indiquen l'usuari i els 8 últims ens indiquen la eina (en cas que sigui necessari). No obstant, quan s'envia el PIN, els 20 bits menys significatius (tots menys els 2 bits de operació) són per portar la contrassenya, que serà de 4 números compresos entre el 0000 i el 9999.

Els usuaris quedaran limitats a 4095 per armari.

- Si es comença amb un 00 binari vol dir que s'entra un usuari per targeta. NO CAL PIN. La Raspberry retorna una resposta directa de SI/NO (taula 4).

Codi d'operació	Usuari	-
00	XXXXXXXXXXXX	00000000

Taula 4: format de protocol per entrar usuari amb sensor RFID

ex: Serial1.print(209664, BIN) gives "00 001100110011 00000000"

- Si es comença amb un 01 binari vol dir que s'entra un usuari per teclat i que requerirà una contrassenya. REQUEREIX PIN, La Raspberry retorna una resposta directa de SI/NO. Acte seguit s'ha d'entrar el PIN, sinó l'usuari no podrà iniciar sessió. (taula 5)

Codi d'operació	Usuari	-
01	XXXXXXXXXXXX	00000000

Taula 5: format de protocol per entrar usuari amb sensor RFID

ex: Serial1.print(1258240, BIN) gives "01 001100110011 00000000"

- Després de entrar un usuari amb el codi 01 es requereix que s'entri un PIN amb el mateix codi doncs estem fent la mateixa operació. En aquest cas no cal indicar l'usuari ja que estem en el mateix codi d'operació que abans. En aquest cas ocupem part dels 4 bits menys significatius perquè la contrassenya pugui anar des del 0000 fins el 9999. La Raspberry retorna una resposta directa de SI/NO. (taula 6)

Còdi d'operació	PIN	PIN
01	XXXXXXXXXXXX	XXXX0000

Taula 6: format de protocol per entrar el PIN

ex: `Serial1.print(4631760, BIN)` gives "01 001100110011 11110000"

- Si es comença amb 10 vol dir que s'actualitza les peces que hi ha i no hi ha dins l'armari a la base de dades de la Raspberry. Aquesta trama s'envia al final, abans de tancar la sessió. Es diferencia de la finalitzar la sessió pel cas que es volgués fer en algun moment abans de tancar la sessió com per exemple quan l'Arduino just s'engega, per comprovar que la base de dades i els sensors estan coordinats. En aquest cas la Raspberry no retorna cap resposta a l'Arduino. (taula 7)

Còdi d'operació	PIN	peça
10	XXXXXXXXXXXX	00000000

Taula 7: format de protocol per actualitzar les peces de l'armari

exemple:

eina 1 `Serial.print(3355598, BIN)` gives "10 001100110011 11001110"

eina 2 `Serial.print(3355598, BIN)` gives "10 001100110011 11001001"

eina 3 `Serial.print(3355598, BIN)` gives "10 001100110011 11001001"

En aquest cas s'envien tantes línies com peces disposi l'armari.

- Si es comença amb un 11 binari vol dir que es tanca la sessió que hi havia en marxa.

Còdi d'operació	PIN	-
11	XXXXXXXXXXXX	00000000

Taula 8: format de protocol per actualitzar les peces de l'armari

`Serial.print(3355392, BIN)` gives "11 001100110011 00000000"

A l'annex g s'hi adjunta el programa arduino i la resta de diagrames.

e. Potència

En aquest apartat es fa un estudi dels consums de corrent que té l'armari i s'especifica i es dimensiona la font d'alimentació a usar.

Per l'alimentació de l'armari es farà servir una font d'alimentació conmutada a 12V de 102W a 8,5A amb carcassa i escomesa a terra. La escomesa a terra anirà connectada també a la resta peces metàl·liques de l'armari per evitar possibles accidents causat per fugues i curtcircuits amb la xapa.

És de 102W perquè és de les més econòmiques que ofereix Farnell¹⁶ i perquè ha de poder aguantar l'arrencada del motor. S'estima que al ser una arrencada i una frenada accelerada i desaccelerada el sobrepic és despreciable. En qualsevol cas s'estudiarà experimentalment i es rectificarà en cas necessari.

Amb això serà suficient ja que els motors tenen un consum de 2,5A cadascun i no s'activaran mai a la vegada i l'arduino no consumeix més de 606mA (veure taula X). Queda un marge de més d'un amper pel sobre-pic del motor.

Els sobre pic dels motors a l'arrencar no serà molt alt ja que hi ha un programa d'arranc progressiu i està movent un cargol sense fi. Així que no hauria de tardar massa a començar a moure's .

A la següent taula trobarem un llistat de les corrents consumides per cada element.

Component	Valor màxim	Unitats
LCD-020N004L	10	mA
Arduino	200	mA
4xRFID	100	mA
Esp8622-01	170	mA
Led	20	mA
Quiscent current L298	106	mA
LD1117	5	mA
	606	mA

Taula 9: consum màxim de corrent pels diferents components

¹⁶ es.farnell.com

7. Aplicació de gestió del servei de préstecs

a. Abordament de l'aplicatiu

El projecte per la part de l'aplicació informàtica de gestió de l'armari ha sigut plantejada a partir de reunions amb el client, que en aquest cas eren els serveis STL, els quals tenien la necessitat de poder millorar la gestió que actualment tenen amb el préstec de eines. En aquestes reunions ens van plantejar les necessitats i funcionalitats que necessitaven per la correcta gestió del usuari i les eines.

En un principi quan es va fer la definició del projecte s'havia plantejat l'opció de poder fer reserves dintre del nostre sistema, però després de varies reunions entre l'equip es va arribar a la conclusió que la gestió de les reserves era un tasca massa complicada i amb uns costos sobrevalorats per el que inicialment seria l'ús de l'armari, que en aquest cas anava a ser ús només de l'escola i d'estudiants de la pròpia. Finalment això va reduir les funcionalitats de tota la aplicació treient de la mateixa tota la part de gestió de reserves.

Per tota la implementació del projecte s'utilitza una Raspberry pi 3 com a servidor de dades. Tota la implementació i configuració de aquesta Raspberry esta documentada al *annex I*.

b. Tecnologia

i. IDE(Entorn de Desenvolupament integrat)

Front-End-Mobile

Per la part de tot el disseny del frontal de la aplicació WEB, i l'aplicació MOBILE s'ha fet servir el IDE "Visual Studio Code" un nou IDE de Microsoft, dissenyat també multiplataforma, tant per Windows com per Linux i IOS. Capaç de crear un entorn de treball multiplataforma, que a la vegada permet crear entorns de desenvolupament tant per Web com per Mobile, inclús la part de Back-end es va plantejar amb aquest IDE, però finalment es va canviar "Visual Studio 2017" perquè al ser un IDE mes específic per programar en .Net Core, tenia més facilitat amb el desenvolupament.

El fet d'haver escollit aquest IDE per el desenvolupament de la aplicació per la part de Front-End, és que permet instal·lar una sèrie de Plugins capaços de facilitar tot el desenvolupament. Un altre benefici d'aquest IDE és que és totalment gratuït, de codi obert, i amb un gran suport de tota la comunitat informàtica. Per últim aquest IDE porta un consola integrada que permet utilitzar NodeJS i GIT. El fet de tenir aquesta consola integrada permet executar el programa amb només un parell d'instruccions. El mateix amb el control de versions amb GIT apart amb un seguit de plugins, es pot automatitzar tota aquesta part de control de versions. Veure fig 71.



Per la part de Back-end en un principi es va decidir utilitzar el IDE “VSCode” el programa que s’ha fet servir per desenvolupar tota la part Front-end, però finalment es van trobar moltes dificultats per poder continuar amb VSCode, ja que no es donava tot el potencial que podria donar un IDE totalment dedicat al llenguatge .NET, així que finalment es va decidir fer una reserva d’un IDE capaç de donar tot el potencial de .NET.

98

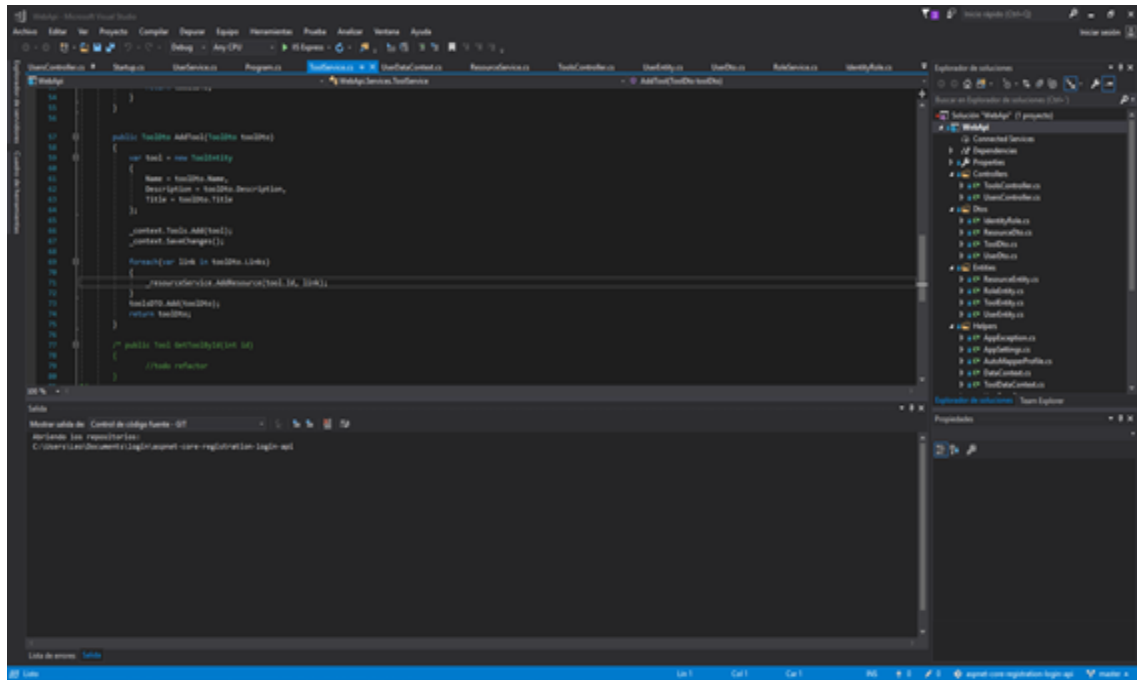


fig 72: Visual Studio 2017
Servidor web

Per la part del servidor web la programació es va fer amb el editor de text “Nano” tan per la programació com per la configuració dels serveis de web.

Després de pujar tot el projecte a la Raspberry, el que s’ha fet per tal de poder editar el codi inline, sense haver de tornar a pujar i executar tot el projecte, va ser descarregar un plugin de VSCode, que permet treballar remotament sobre els arxius que es tenen en el servidor web, mitjançant una connexió SSH i SFTP. Amb aquest plugin es pot treballar directament sobre el codi penjat en el nostre servidor, i mitjançant SFTP es pot pujar i descarregar qualsevol tipus d’arxiu. També podem utilitzar la eina Filezilla que utilitza SFTP i SSH per la transmissió de fitxers remots. Veure fig 73.

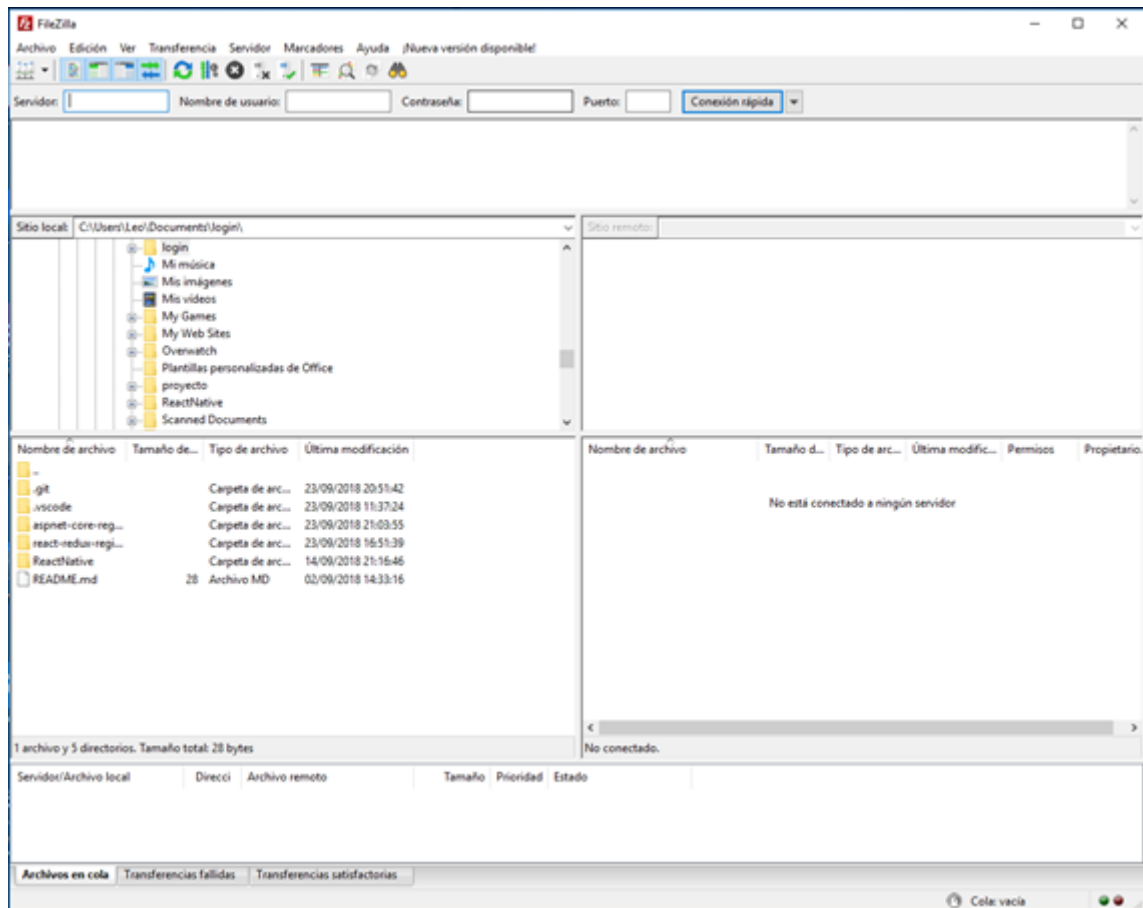


fig 73: Filezilla, programa per la gestió d'arxius del servidor web

ii. Llenguatges de programació

Per el desenvolupament d'aquest projecte en un principi, per la simplicitat que en un primer moment es va plantejar, es va escollir un Stack LAMP(Linux, Apache2, Mysql, Php, Python) degut a la facilitat que permet aquest Stack per poder ser implementat en una Raspberry, ja que aquesta té un SO natiu basat en Linux(Raspbian). Una vegada es va implementar el projecte amb aquest entorn, es va veure que si es volia escalar i tenir el major performance possible amb aquestes tecnologies es quedaven casi obsoletes i amb poc suport de la comunitat, cosa que no permet treure tot el potencial que podia tenir aquest projecte.

Després d'una primera implementació es va decidir que al final es realitzaria amb un Stack format per ReactJS(Javascript) en la part frontal de l'aplicació, ReactNative(Native Javascript for mobile) per la part Mobile, .Net core 2.0(C#) per tota la part de Back-end i Python per la part de la Raspberry.

ReactJS(Javascript)

ReactJS es una biblioteca de JavaScript desenvolupada per Facebook per facilitar la creació de component interactius, reutilitzables per interfícies d'usuari. Aquest framework es va utilitzar per el disseny de instagram, la seva aplicació esta totalment dissenyada amb ReactJS. Un dels seus punts forts es que no només treballa en costat de client, sinó que també permet treballar pel costat de servidor. Permeten crear aplicacions complexes.

Aquesta llibreria de Javascript permet fer el disseny de una aplicació web basant-se en components que es poden crear o importar de llibreries externes. Aquests components a la vegada poden tenir uns atributs i un estat propi, el que permet crear una aplicació totalment dinàmica que depèn sempre del estat de l'aplicació i de les seves dades en aquell moment.

Es la segona llibreria de Javascript més important a nivell mundial aquest 2018.

La llibreria ReactJS va ser creada per un equip de desenvolupadors de Facebook al 2013 per fer la gestió dels anuncis de facebook amb més facilitat.

Exemple d'un component en ReactJS fig 74

```
class ShoppingList extends React.Component {
  render() {
    return (
      <div className="shopping-list">
        <h1>Shopping List for {this.props.name}</h1>
        <ul>
          <li>Instagram</li>
          <li>WhatsApp</li>
          <li>Oculus</li>
        </ul>
      </div>
    );
  }
}
```

// Example usage: <ShoppingList name="Mark" />

Fig 74: Exemple de un component ShoppingList creat amb ReactJS

Com funciona ReactJS?

ReactJS està construït en torn a fer funcions, aquestes funcions prenen el estat de la pàgina i es converteixen en una representació virtual de la pàgina resultat. Sempre que React es informat d'un canvi d'estat, tant sigui de propietats o del propi estat de la pàgina, tornarà a executar aquestes funcions, per determinar la nova representació virtual de la pagina, a continuació es tradueixen automàticament aquests canvis en el DOM per reflexar aquests canvis en la nova representació de la pàgina. Recalcar que aquesta manera de fer, permet actualitzar sol i nomes les propietats que han canviat, respecte a l'anterior representació de la pàgina.

La primera impressió d'aquest comportament fa pensar que això és molt més lent que el

comportament habitual de Javascript actualitzant cada element cada vegada que sigui necessari. Però per darrera ReactJS, fa justament aquest comportament, però amb un algoritme molt eficient per determinar les diferències entre la representació virtual de la pàgina actual i la nova representació de la pàgina que mostrarem. A partir d'aquestes diferències, fa el conjunt mínim de canvis necessaris en el DOM.

Ja que utilitza un concepte anomenat DOM virtual, que fa selectivament sub-arbres dels nodes sobre la base dels canvis d'estat, creant això, amb la menor quantitat de manipulacions del DOM possibles, amb la finalitat de mantenir els components actualitzats, estructurant les seves dades.

Com funciona el DOM virtual?

Imaginem que tenim un objecte que es un model d'una persona. Té totes les propietats rellevants que una persona normal podria tenir i també reflexa el estat d'aquesta persona. Això és el que bàsicament fa ReactJS amb el DOM.

Si ara agafem aquest objecte i li fem alguns canvis. Com tallar-li el cabell o posar-li dents d'or o un braç biònic. A React passen 2 coses.

- La primera React executa un algoritme de diferenciació, per detectar exactament els canvis que s'ha fet i quines diferències existeixen amb aquest canvi.
- La segona es la reconciliació, on s'actualitza la persona (DOM) amb els resultats de les diferències que han sortit en detectar els canvis.

El que fa React amb el DOM davant aquest canvis es en lloc d'agafar la persona real i reconstruir-la des de zero amb els canvis, només li canviaria el cabell, les dents i el braç.

Això significa que si nosaltres tenim un text d'entrada i s'ha fet alguna modificació, aquest text no es canviarà, a menys que el pare d'aquest text estigui programat per modificar-lo.

Aquesta és la manera amb la que ReactJs aconsegueix tenir el performance més alt dels llenguatges de programació de front-end, aconseguint un nombre molt petit d'actualitzacions del DOM a partir de l'actualització de només les coses que han canviat.

Tota la documentació de ReactJS està a la bibliografia[50][51][52]

JSS (CSS in Javascript)

En Aquest projecte em utilitzat aquesta llibreria de Javascript capaç de post-processar els estils del nostre projecte. Aconseguint d'aquesta manera millorar la performance de la aplicació ja que fa una creació automàtica dels noms de les classes per tal de que aquestes classes siguin molt fàcilment llegible per el browser. Amb aquest algoritme de noms s'aconsegueix donar estils projecte en menys temps i també s'aconsegueix reduir el temps de descàrrega de l'aplicació ja que reduïm el tamany de

descàrrega i execució del CSS.

Tota la documentació de JSS la podem trobar a la bibliografia[55]

React Native

Per desenvolupar la versió APP del projecte hem triat el framework React Native donat que és un sistema que permet desenvolupar apps natives per IOS i Android utilitzant només Javascript. React Native tradueix el seu còdi a Objective-C en IOS i alhora Java en Android, el que a permès que no s'hagués d'aprendre els llenguatges específics de cada plataforma.

React Native utilitza el mateix disseny que React, el que permet compondre una interfície d'usuari mòbil rica a partir de components declaratius. seguidament hi ha un exemple fig. 75;

```
import React, { Component } from 'react';
import { Text, View } from 'react-native';

class WhyReactNativeIsSoGreat extends Component {
  render() {
    return (
      <View>
        <Text>
          If you like React on the web, you'll like React Native.
        </Text>
        <Text>
          You just use native components like 'View' and 'Text',
          instead of web components like 'div' and 'span'.
        </Text>
      </View>
    );
  }
}
```

fig. 75: Exemple de un component creat amb React Native

Com es pot veure, la sintaxi de React Native és bastant clara i senzilla aportant flexibilitat i reaprofitament en el codi. El que ha facilitat que el codi font que em desenvolupat a partir d'aquesta eina sigui 100% compartit amb iOS i Android.

No es podrà trobar diferències entre una aplicació creada amb React Native amb una creada amb Objective-C o Java ja que utilitza els mateixos blocs bàsics d'interfície d'usuari que les aplicacions regulars d'IOS i Android.

A més, React Native funciona amb càrrega automàtica en curs, el que permet tornar a carregar l'aplicació de manera instantània, en lloc de tornar a compilar. Fins i tot es pot executar un codi nou mentre es manté l'estat de l'aplicació, d'aquesta manera crear l'aplicació és molt més ràpid.

En definitiva, React Native permet desenvolupar una app amb el rendiment natiu però amb els beneficis del desenvolupament web, és per això i per totes les característiques que s'han anomenat, que ja son milers d'aplicacions com Facebook, Skype, Airbnb, etc... les que utilitzen React Native .

.NET Core 2.0 (C#)

Donat que el projecte s'executarà en diferents plataformes (Windows, macOS, Linux, etc..) s'ha utilitzat com a framework .NET Core, d'aquesta forma s'admetran diversos sistemes operatius com servidor de desenvolupament. També s'ha escollit .NET Core per que es un framework compatible amb Visual Studio Code, des d'on s'ha programat l'aplicatiu.

A més, .NET Core permet una adopció gradual de .NET Core per microserveis nous que funcionen amb altres serveis o microserveis, això es deu a que compta amb una arquitectura de microserveis que permet una combinació de tecnologies. En el aquest cas, ens a permès combinar microserveis o serveis.

Un altre avantatge de .NET Core es el fet de que existeixen moltes infraestructures perfectes per allotjar els seus microserveis.

La modularitat i lleugeresa de .NET Core la converteixen en una àgil i eficient elecció a l'hora de crear i implementar un contenidor, la mida de la seva imatge és molt més petita amb .NET Core que amb .NET Framework.

Quan el sistema necessiti el millor rendiment i escalabilitat possible, .NET Core i ASP.NET Core són les seves millors opcions. L'entorn d'execució de servidor d'alt rendiment per a Windows Server i Linux converteix .NET en un Framework web de gran rendiment en els bancs de proves.

El rendiment i l'escalabilitat són especialment importants per a les arquitectures de microserveis, on podrien executar-se centenars de microserveis. Amb ASP.NET Core, els sistemes s'executen amb un nombre molt menor de servidors / màquines virtuals. En utilitzar menys servidors / màquines virtuals, s'estalvien costos d'infraestructura i allotjament.

Per instal·lar aplicacions amb dependències en diferents versions de .NET, es recomana .NET Core que ofereix una instal·lació en paral·lel de diferents versions de l'entorn d'execució .NET Core en el mateix equip. Aquesta instal·lació en paral·lel permet diversos serveis en el mateix servidor, cadascun d'ells en la seva pròpia versió de .NET Core. També redueix els riscos i estalvia diners en les operacions de TI i les actualitzacions d'aplicacions. Veure fig. 76.

Tota la documentació de netcore la podem trobar a la bibliografia [54]

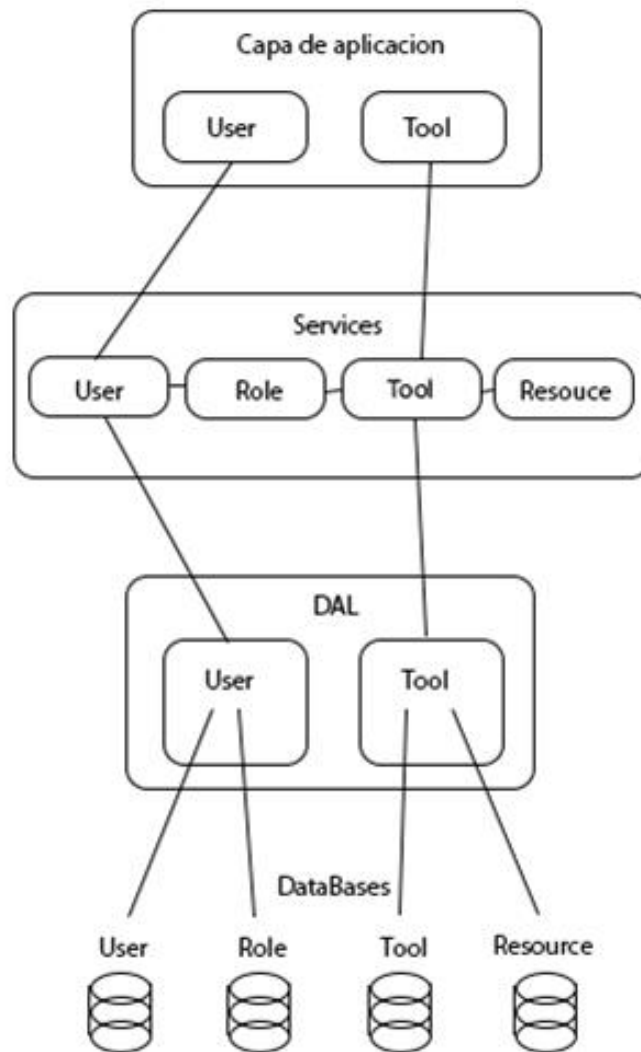


fig. 76: Estructura del model de disseny amb injecció de dependències

iii. Servidor dades

1. Introducció

Per tal de desenvolupar aquest projecte, s'ha utilitzat un servidor de dades, que es l'encarregat de processar i servir totes les dades necessàries, tant per tota la part de interacció directe, com podria ser el actuador del Arduino, com podrien ser les peticions que un usuari faci contra el aplicatiu web.

Per tant el nostre servidor ha d'esta preparat, per estar servint dades directament via wifi cap el Arduino, com per servir un consulta per saber quinas eines tenim en aquell moment en el armari. dades

Un exemple seria, que un usuari esta consultant l'aplicatiu web, en aquell moment veure les eines que hi han en aquell moment exacte dintre de l'armari, ja que si un usuari agafes una eina, aquesta interacció es comunitaria instantaneament a la base de dades, que es desde on es serveixen les dades cap al usuari que està consultant el aplicatiu Web.

La estructura del servidor consta de:

- Escoltador implementat en python, per tal de comunicar-se amb el arduino.
- Servidor NodeJs, per tal de servir les peticions del codi Html creat amb ReactJs.
- Servidor .NET CORE 2.0 per tal de respondre les peticions de dades del nostre aplicatiu creat amb ReactJs
- Base de dades Mysql implementat amb postgresQL

Això ens comporta una complicació bastant gran per a la hora de la implementació del del servei, ja que per fer el desenvolupament s'ha fet servir varies eina d'emulació del entorn de producció, que en aquest cas seria la nostra Raspberry, ja que si desenvolupessim directament sobre la Raspberry, s'hauria de fer la compilació de tot el projecte cada vegada que es realitza una prova, i no es podria testejar. Això ens faria gairebé impossible el desenvolupament.

Per aquesta raó s'ha decidit fer el desenvolupament en un entorn windows, i en acabar el desenvolupament, fer la creació de un container amb Docker, per tal de que el nostre aplicatiu sigui agnòstic a la plataforma on el vulgui implementar.

2. Implementació

a. Comunicació Raspberry - Arduino

Per fer la implementació del escoltador s'ha utilitzat el llenguatge python per la facilitat d'accedir als sockets i poder fer un programa de baix nivell. La necessitat d'escoltar un port determinat del nostre pool de connexions wifi, fa que python sigui el llenguatge escollit. A més de que també ens dona una gran facilitat de fer una connexió contra la base de dades i així fer un programa capaç d'escoltar un port de la connexió wifi i la vegada poder insertar dades a una base de dades.

En el nostre cas escoltar un port wifi i insertar dintre de la base de dades implementada amb PostgreSQL.

Aquesta part es on es produeix la unió entre l'Arduino i la Raspberry. Per obtenir aquesta sinergia s'ha implementat un codi desenvolupat amb python el qual te la finalitat de:

- Establir una connexió wifi per establir un vincle amb el dispositiu Arduino
- Crear un socket client i altre servidor, per on es realitza la transmissió de dades entre els 2 dispositius mitjançant un protocol de transmissió de dades especial.
- Iniciar un algoritme el qual escolta el socket anteriorment creat, amb la finalitat de realitzar diferents accions depenent del tipus de missatge que captura.

Establiment connexió wifi

Per tal de realitzar la connexió wifi, configurar el dispositiu Raspberry pi3 per que ofereix una connexió wifi amb una ip estatica i un SSID especial el qual els tenim a la configuració descrita a *l'annex 1*

Creació de un socket

Una vegada establerta la connexio entre Arduino i Raspberry, podem crear un socket, escollint un del 65536 ports que tenim per crear el socket.

Crearem un socket client per el qual l'únic que farem sera rebre informació i un altre socket servidor desde el cual es servirà l'informació al dispositiu Arduino.

Algoritme de comunicació

Aquest algoritme serà l'encarregat de iniciar el socket client i de estar escoltant el port X a la espera de rebre les operacions enviades per l'Arduino.

Una vegada rebuda la operació aquest algoritme serà l'encarregat de descodificar el missatge i fer la operació adient.

Protocol de operació

Per tal de que l'arduino i la Raspberry es puguin comunicar, s'ha un protocol de comunicació creat en binari. Aquest protocol consta de 3 parts

Els 2 primers dígitos seran el codi de operació. Amb 2 dígitos podem crear 4 operacions diferents. (taula 10)

- **00 → Codi d'operació login amb Tarjeta RFID.**

Codi d'operació	Codi usuari	Sobrant de la operació
00	001100110011	00000000

Taula 10: Taula amb format del protocol, operació de login amb tarjeta RFID

Si es comença amb un 00 binari vol dir que s'entra un usuari per targeta. NO CAL PIN. La Raspberry retorna una resposta directa de SI/NO.

Per tal de generar aquesta resposta, que viatja per el socket servidor X, farem un consulta contra la base de dades amb el codi d'usuari(codiUser), si aquest usuari existeix en la base de dades donarem el OK a través del socket cap al Arduino. La última part será un carro de 0's perquè totes les operacions han de tenir la mateixa mida i per altres operacions ens serviran.

- **01 → Codi d'operació login amb Usuari i contrasenya.**

Codi d'operació	Codi usuari	Sobrant de la operació
01	0011001100111111	0000

Taula 11: Taula amb format del protocol, operació de login amb usuari i contrasenya

Si es comença amb un 01 binari vol dir que s'entra un usuari per teclat i que requerirà una contrasenya. Això vol dir que si reben aquesta operació, el següent que farem sera tornar a escoltar i esperar la contrasenya.

Una vegada el algoritme rebi usuari i contrasenya farem un consulta sobre la base de dades per tal de donar el OK al armari.

- **10 → Codi d'operació de per tal d'actualitzar l'estat del armari.**

Si es comença amb 10 vol dir que s'actualitza una peça de l'armari a la base de dades de la Raspberry. Aquesta operació la rebrem una vegada s'encengui l'armari per tal de fer una sincronització inicial, i saber en el moment inicial del armari de quines eines es disposen.

D'aquesta manera aconseguirem tenir un estat inicial del armari, amb el qual partirem per començar el servei de préstecs. (taula 12)

Codi d'operació	Codi usuari	Codi peça
10	0011001100111111	00000000

Taula 12: format de protocol, operació per actualitzar les peces de l'armari

A partir d'aquest estat inicial, una vegada el usuari, tanqui la sessió, rebrem aquest missatge tantes vegades com eines hi hagin al armari. D'aquesta manera s'aconsegueix, una comparació entre estat actual i el estat anterior del armari. Amb la diferència d'aquesta comparació obtindrem la operació que ha realitzat el usuari.

Per exemple si el estat anterior del armari contenia 4 eines i al tancar sessió només rebem 3, sabrem que el usuario a agafat 1 eina, també sabrem quina eina a agafat ja que tenim l'identificador de totes les eines de l'armari, gràcies al lector de RFID.

D'aquesta manera aconseguim el control dels préstecs de cada usuari.

Aquests moviments generen entrades en la base de dades de l'armari, actualitzant el estat propi del armari, i el estat dels préstecs del usuari. Que sera el que després podrem mostrar en la part frontal del la nostra aplicació.

- **11→ Codi d'operació de per tal de tancar la sessió de l'usuari**

El codi 11 sera capturat per el codi encarregat de tancar la sessió de l'usuari. Aquest codi sera merament informatiu, esta configurat com un flag per saber que l'usuari, ha acabat de fer les gestions i que el següent que vindrà sera el nou estat del armari, per tal d'actualitzar tot el estat de la aplicació, tan de préstecs com del estat actual del armari això vol dir saber quines eines conte. (taula 13)

Codi d'operació	Codi usuari	Sobrant de la operaci
11	0011001100111111	00000000

Taula 13: Format del protocol, operació de tancar sessió

b. NodeJS

Per aquest projecte s'ha fet servir NodeJS com servidor web, per les ventatjes que proporciona davant altres servidors. Es un servidor gratis, de codi obert, implementat en Javascript, el qual pot fer front a varies connexions concurrents, per cada connexió Node executa un callback, pero mentres no hi ha peticions, estara dormint.

Això contrasta amb el model de concurrencia més comú avui dia, on s'utilitzen threads del SO. Les operacions de xarxa realitzades amb threads son bastant ineficients i difícils d'utilitzar. A més, els usuaris de NodeJS esta lliures de preocupacions sobre els bloquejos de procesos, ja que el proces no existeix. Casi cap funció de node realitza operacions de I/O contra el SO, així el procés mai es bloqueja. Degut a que no hi ha casi bloquejos es molt raonable utilitzar nodeJS per desenvolupar sistemes escalables.

Per la implementació, només s'ha de descarregar la imatge desde la web oficial i realitzar la instal·lació.

<https://nodejs.org/es/download/>

c. ReactJs

Per la implantació del frontend amb ReactJs s'ha fet servir el gestor de bibliotecas més utilitzat en aquest moment "NPM. Amb la instal·lació de NodeJS ja inclou aquest magnífic gestor de bibliotecas, amb el qual podem fer una ràpida instal·lació de un projecte desde 0, creat amb ReactJs amb Webpack4. D'aquesta manera executant aquesta comanda:

```
npx create-react-app my-app
```

on "my-app" es el nom que li vulguem donar al nostre projecte.

Recalcar que aquesta eina només ajuda a crear un projecte implementat amb ReactJS i NodeJS desde 0, mai dona un projecte crea't.

Això ens ha donat la ventatja de no haver de perdre el temps amb configuracions de servidor o del entorn. D'aquesta manera es te ja un projecte en blanc preparat per començar.

Tota la documentació de Webpack4 la podem trobar la bibliografia [53]

d. .NET CORE 2.0

Per la implementació del nostre Backend s'ha escollit .NET CORE 2.0 ja que es multiplataforma, i ens dona la màxima potencia de un software dissenyat per ser 100% escalable.

Aquest Framework de C# creat per microsoft ens dona la maxima eficiencia utilitzant la injecció de dependències.

Per tant, per la seva eficients, versatilitat i escalabilitat a sigut el Backend que mes s'ajusta al nostre projecte.

Per la implementació només s'ha necessitat tenir instal·lat les dependències necessàries que en aquest cas son tenir instalat .NET CORE SDK desde la página oficial de microsoft es pot instalar amb facilitat.

<https://www.microsoft.com/net/download>

e. postgresql

Per la implementació de la base de dades s'ha utilitzat postgresQL, per tal de fer la instal·lació només s'ha d'entrar a la pàgina oficial i realitzar la descàrrega. En aquest cas la versió per windows.

En aquest cas la decicio a sigut la per la simplicitat i la escalabilitat de aquesta base de dades.

<https://www.postgresql.org/download/>

2. Creació d'un container amb Docker

La creació d'un container, ha sigut una tasca que no s'ha pogut realitzar degut a que la implementació de tot aquest projecte, era massa extensa, i el timing no ha permès fer la creació del container. Llavors tot aquesta tasca quedara com a future work.

Aquesta Dockeritzacio del projecte, permet que pugui ser agnòstics al entorn del servidor. Amb la creació d'un container afegirem tot el software necessari per executar la nostra aplicació: Servidor web, base de dades, servidor dades, escoltador wifi i tot el software que es necessita dintre d'un sol entorn permeten d'aquesta manera importar , exportar, o deployar el nostre projecte amb molta facilitat. Podem trobar molts exemple a internet, pero bàsicament s'ha de fer amb una eina anomenada Docker.

c. Funcionalitat

Aquest projecte està dissenyat per tal de donar suport per a la gestió d'usuaris i eines als docents treballadors del serveis STL. El que vol aquest sistema és simplificar la feina que han de fer els integrants del STL per tal de fer el préstec d' eines o qualsevol ítem que necessitin els estudiants de la escola.

El sistema està implementat de tal manera que sigui totalment transparent per els integrants del equip del STL, tan la part de registre dels usuaris, com els préstecs de les eines. La única part amb la que interactuen els administradors de l'aplicació serà amb la activació i validació de algunes comptes d'usuari.

Aquest projecte té com objectiu permetre el préstec automatitzat de eines dels serveis STL a estudiants de la escola EPSEVG.

Per aconseguir això s'ha dissenyat un armari amb una lògica la qual el permet fer préstecs de eines a usuaris registrats en el sistema. La lògica de l'armari la té gràcies a un microprocessador Arduino que està connectat amb una Raspberry pi 3 mitjançant una connexió WIFI.

El armari disposarà d'un teclat, un lector RFID i una pantalla on l'usuari podrà identificar-se i agafar l'eina que necessita.

Aquest comportament s'ha pogut reproduir gràcies a un Arduino que es capaç de accionar i obrir la porta del armari, amb una sèrie de sensors, l'Arduino detecta quina eina ha sigut extreta.

Aquesta acció envia mitjançant connexió Wifi un missatge que arriba a la Raspberry. Aquest missatge, s'envia utilitzant un protocol creat perquè la Raspberry i el Arduino es puguin comunicar.

Aquest protocol permet:

- L'autenticació de un usuari mitjançant un usuari i una contrasenya.
- El registre del préstec de una eina, utilitzant el usuari i l'eina

Això s'aconsegueix gràcies a que Arduino es pot comunicar amb Raspberry que té un poder de processat i d'emmagatzematge molt més gran, i és capaç de consultar la seva base de dades i retornar una resposta mitjançant el protocol abans esmentat.

Per la part de l'aplicació, aquesta serà capaç de fer l'autenticació, autorització i registre d'usuaris.

- Autenticació mitjançant usuari contrasenya
- Autorització mitjançant la devolució de un token únic per usuari o admin
- Registre de un usuari amb les seves dades personals

L'aplicació també permetrà fer login com usuari normal i que ens retorni privilegis d'administrador.

Un administrador podrà:

- donar de baixa, alta i modificar usuaris
- donar de baixa, alta i modificar eines

A l'hora de fer el registre com usuari, aquest es guarda a la base de dades, sempre amb la contrasenya xifrada amb un Hash.

El sistema de login està dissenyat per tal d'autenticar-nos com usuaris normals o usuaris administradors. Aquests login ens retorna unes capçaleres que permetran fer diferents accions o crides a la nostra aplicació.

L'utilització d'aquest token únic per usuari assegura que els usuaris només puguin accedir a les funcionalitats pròpies del seu ROL. I que els administradors siguin els únics que siguin capaços de poder executar les accions creades per els administrador, com podrien ser la creació de una eina o la modificació d'un usuari.

El Endpoint de registre l'hem creat de manera que no es necessita autorització, és obvi que ha de ser així, sinó ningú és podria registrar. Ja que si un usuari que no s'ha registrat no tindria token i llavors no podria registrase perquè no tindria token, fent impossible que mai pogués tenir accés a l'aplicatiu.

El mateix passa amb el login, es permet a tothom, sense cap mena de token d'autorització ja que sinó, tindrem el mateix cas que amb el registre, i un usuari que no ha fet login, no tindria aquest token, però si no pot ser el login, mai el podrà tenir, fent impossible accedir a l'aplicatiu.

A partir d'aquí, tota la resta de Endpoints necessiten una autorització que s'obté mitjançant unes capçaleres que retorna el Endpoint de Login. Després de fer el autenticació amb un usuari i una contrasenya.

Una vegada fet el Login amb un usuari i una contrasenya vàlid, ja podem accedir tan a l'aplicatiu web, mòbil i obrir el armari físicament.

d. Comunicació

En la pràctica tot el sistema conjunt funcionarà considerant la Raspberry com a punt de convergència on estan emmagatzemades totes les dades necessàries per l'autenticació de l'usuari, en la fig. 77 es pot veure com es farà i en quin sentit es farà la comunicació entre les diferents parts de l'aplicació.

Es pot veure com el Armari només es comunica amb la Raspberry qui emmagatzema totes i tracta totes les dades, per el contrari la Raspberry es comunica amb l'armari i amb l'usuari a través de un sub-domini proporcionat per la escola. El qual podria ser per exemple: <https://www.epsevg.upc.edu/armariSTL>, amb aquesta redirecció, aconseguiríem que els usuaris es puguin connectar-se desde qualsevol lloc per consultar el armari.

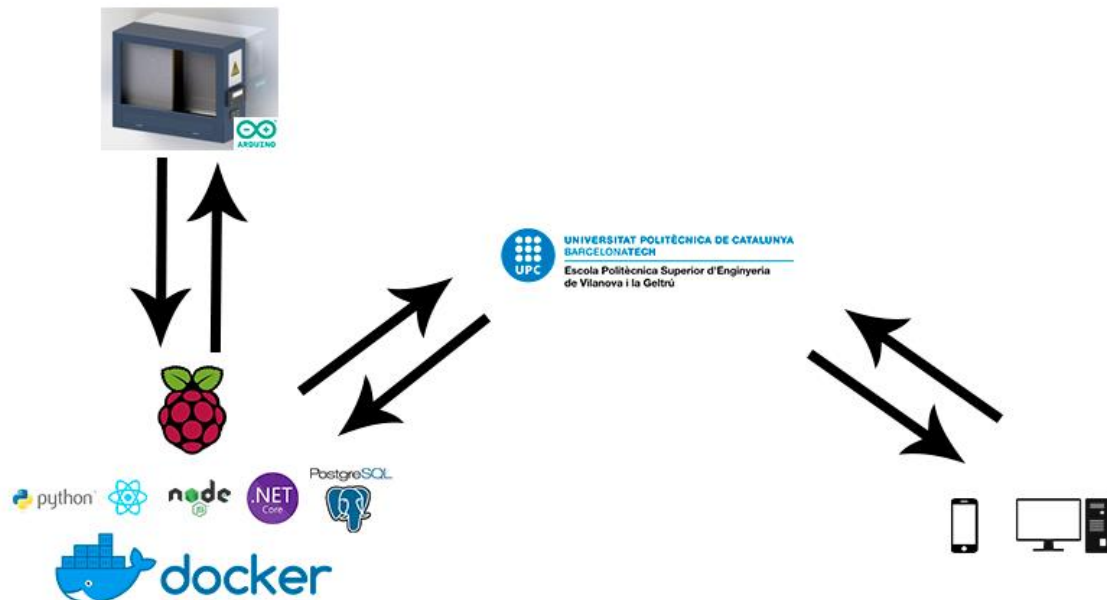


fig 77: Comunicació entre el armari i el usuari

e. Aplicació Usuari

i. Introducció

Aquí entra en joc la magia de React, amb una llibreria anomenada “Route” podem crear la nostra aplicació SPA (single page application). Això permet poder navegar en la totalitat del nostre aplicatiu sense mai haver de recarregar la pàgina, com si fos una APP.

A continuació es mostren les pantalles que l'usuari veure quan accedeix a l'aplicatiu. Destacar que per la complicació del desenvolupament d'aquest projecte, els estils i les funcionalitats del propi projecte estan en una beta, ja que era més importat fer el desenvolupament de les funcionalitats, que de la experiència d'usuari.

ii. Pantalla de registre

Com podem veure, fig 78, la pantalla de registre, conte tots els camps necessaris per poder registrar-nos com usuaris de l'aplicació.

nom: És un camp de text

cognoms: És un camp de text

usuari atenea: Es un camp de text on es necessari posar un email vàlid per rebre el mail de confirmació de la compte.

contrasenya: ha de ser una contrasenya de mínims 6 dígit

Una vegada introduïdes aquestes dades correctament ja tindrem creada la nostra compte d'usuari, amb la qual es podrà fer el login contra l'aplicatiu.

Cal dir que la confirmació del compte s'hauria de realitzar mitjançant un correu de confirmació que s'enviaria al usuari una vegada a fet el registre, pero tota aquesta lògica no esta implementada. Aquesta feina per assegurar que els usuaris siguin vàlids seria una important feina a l'hora de seguir aquest projecte.

De moment després del registre, ja tenim una compte valida per poder consultar l'aplicatiu i tambe per poder fer prestecs d'einas del armari sense haver de verificar el compte.

Això si, per algunes eines en concret, necessitarem que desde el STL es modifiqui el compte, afegir un permís especial per poder agafar aquest tipus d'eina.

Aquesta pantalla de registre, una vegada s'hagi validat el registre, portarà cap a la pantalla de login, per tal de poder fer el login com usuari.

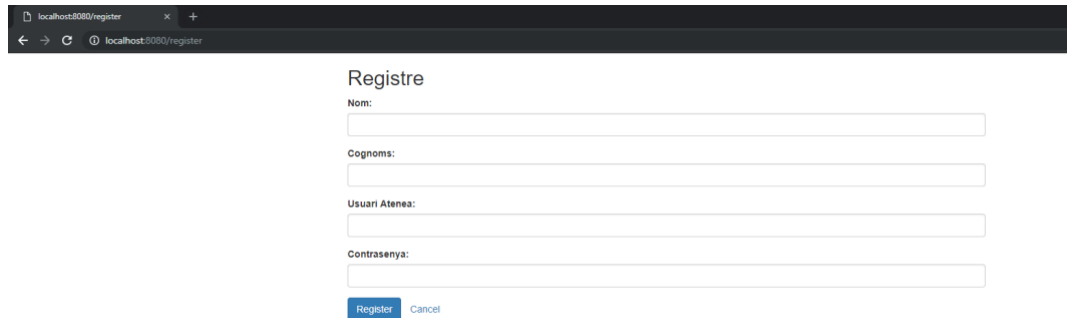


fig. 78: Pagina de registre creada amb ReactJS

iii. Pantalla de login

Com podem veure, fig 79, la pantalla de login, conte tots els camps necessaris per poder iniciar sessió com usuaris de l'aplicació.

Nom usuari: camp de text

Contrasenya: camp que ha de coincidir amb la contrasenya del nostre usuari per poder accedir a l'aplicatiu.

Una vegada s'ha accedit al aplicatiu, ja podem veure les einas que hi ha físicament en aquell moment dintre de l'armari.

Gràcies a la resposta del nostre login com a usuari, l'aplicatiu ha retornat unas capçaleres de autenticació amb les quals el nostre frontend demana les einas disponibles en aquell moment. Veure fig 79-82.

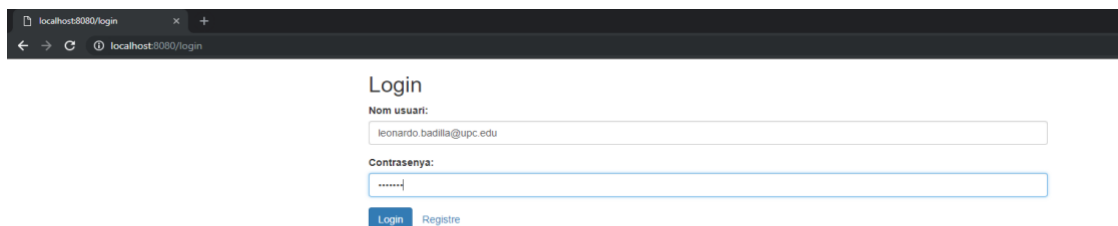
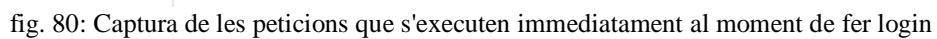


Fig 79: Pantalla login ReactJS



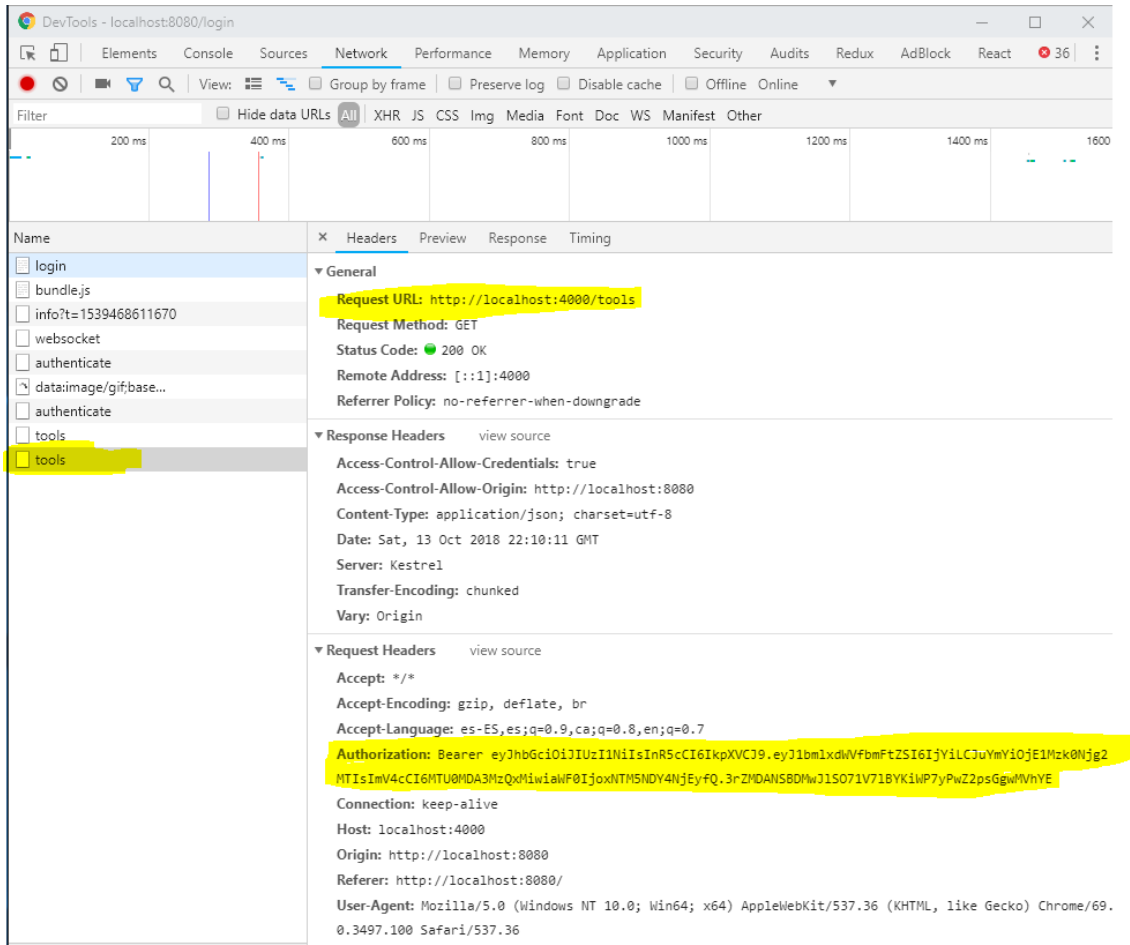


fig. 82: Petició de les eines existents en la base de dades

iv. Pantalla principal

Una vegada s'ha realitzat el login, s'accedeix directament a la pantalla principal del nostre aplicatiu, on podem veure totes les eines disponibles en aquell moment. Veure fig. 83:

Hola Leonardo!

Acabas de fer login amb React!!

• Eines disponibles

• Introducció Eina

Registre
eina

Nom:

leo

Descripció:

leo

Títol:

leo

links:

hola.jpg,i

Introdueix eina

Cancel

Tanca sessió

fig. 85: Panell de administrador. Introducció de una nova eina en el sistema

g. Estructura de carpetes**i. Projecte ReactJS**

El projecte de ReactJS està dividit amb una estructura que facilita la cerca de qualsevols arxiu. L'organització s'ha fet per tipus d'arxiu.

La primera carpeta `node_modules` es la carpeta que conté totes les biblioteques i dependències de les mateixes. Veure fig. 86:

La segona carpeta “`src`” es la que conté tota la estructura d'arxius del projecte.

`_actions`: Carpeta que conté tots el arxius que generen accions de `redux`, les quals es capturen per els `reducer` que setejaran les dades al `local storage`.

`_components`: Carpeta que conté els diferents components creats per inserir dintre del aplicatiu.

`_constants`: Carpeta on estan els arxius on es defineixen totes les constants de cada action de `redux`.

`_helpers`: Carpeta que conté els arxius on es defineixen funcions de configuració de l'entorn.

`_reducers`: Carpeta que conté tots el `Reducers`(capturador de actions) del projecte.

`_services`: Carpeta que conté els arxius on es defineixen els serveis als quals pot accedir nostre projecte.

`APP`: Carpeta que conté l'arxiu `main` on carreguem tota la nostra aplicació.

HomePage: Carpeta que conté l'arxiu main de la nostra pàgina principal.

Img: Carpeta que conté les imatges del nostre projecte.

LoginPage: Carpeta que conté l'arxiu main de la nostra pàgina de login.

RegistePage: Carpeta que conté l'arxiu main de la nostra pàgina de registre.

La resta d'arxiu que estan en el main del projecte, son arxius de configuració de dependències i Webpack4.

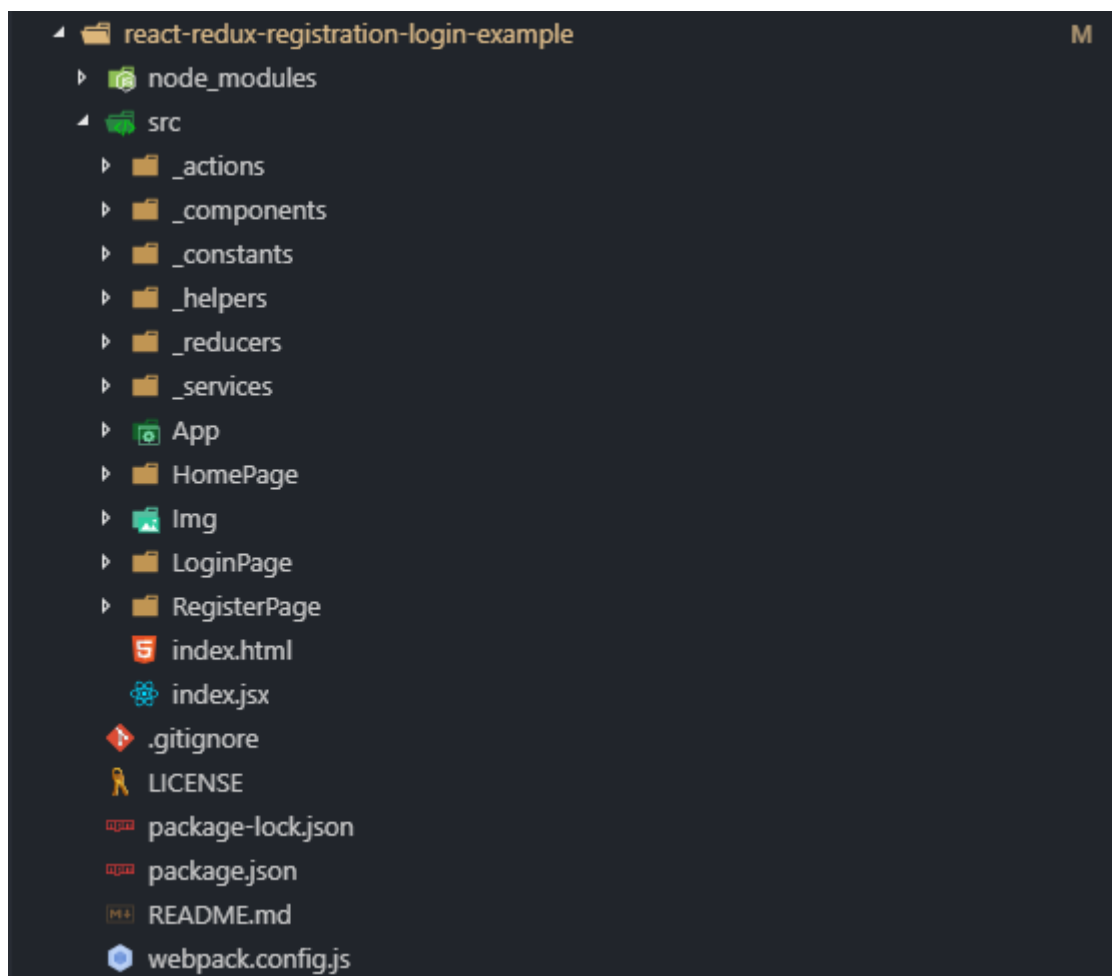


fig 86: Estructura d'arxius del projecte ReactJS

ii. Projecte .NET CORE 2.0

L'estructura que s'ha seguit per el projecte backend es la mateixa que amb el frontend. s'ha dividit en carpetas d'arxius ordenades per el tipus d'arxiu que es dintre del projecte. Veure fig 87:

Controllers: Carpeta amb els controladors del projecte.

Dtos: Carpeta amb els models de objectes Dtos(Data de Transfer object).

Entities: Carpeta amb les entitats que representan el model de dades del projecte.

Helpers: Carpeta amb el arxius de configuració del contexte de model

Services: Carpeta amb els arxius amb les definicions del serveis que té cada entitat del projecte.

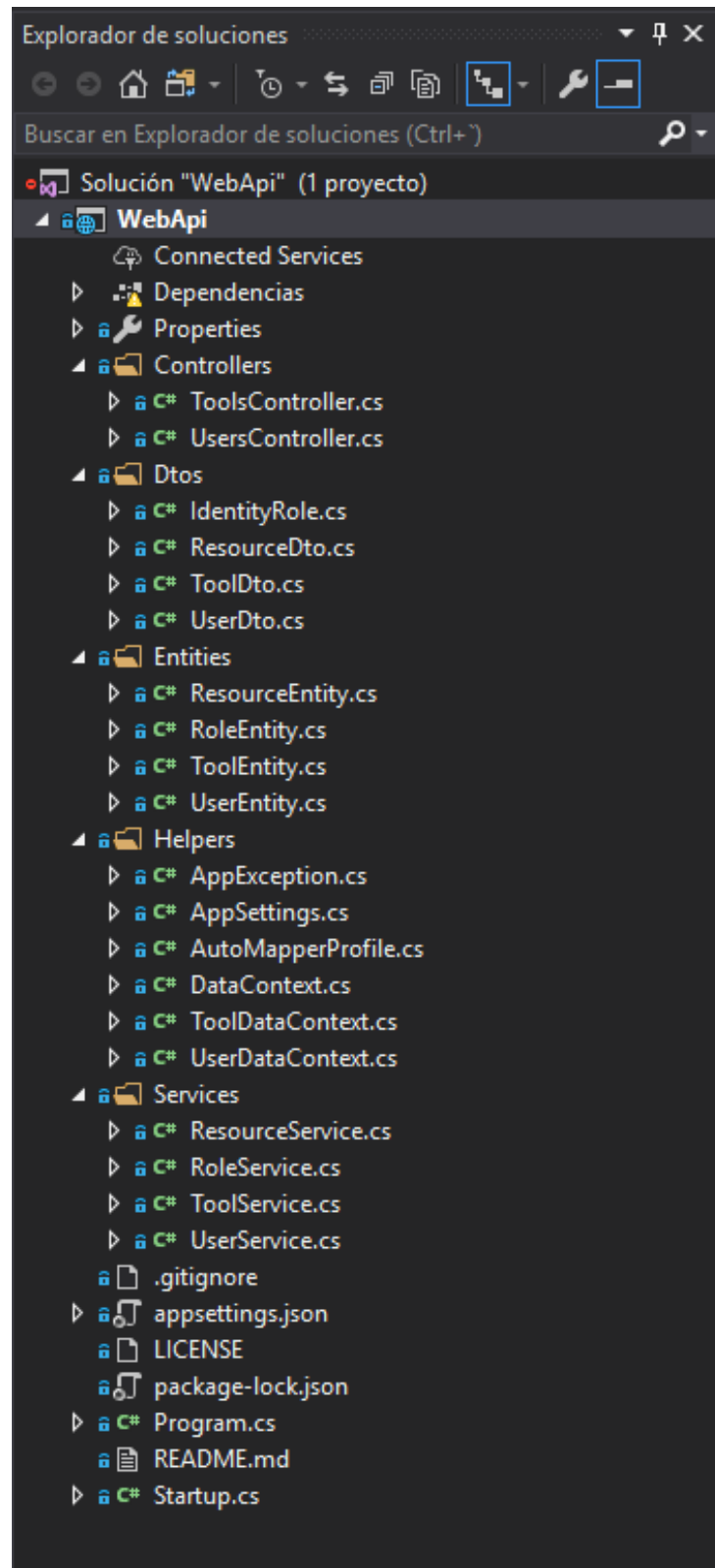


fig. 87: Estructura de carpetas projecte NET CORE 2.0

iii. Projecte React Native

Tota la estructura de carpetes esta definida com el projecte ReactJs. Aquesta part de Mobile està definida, però inacabada.

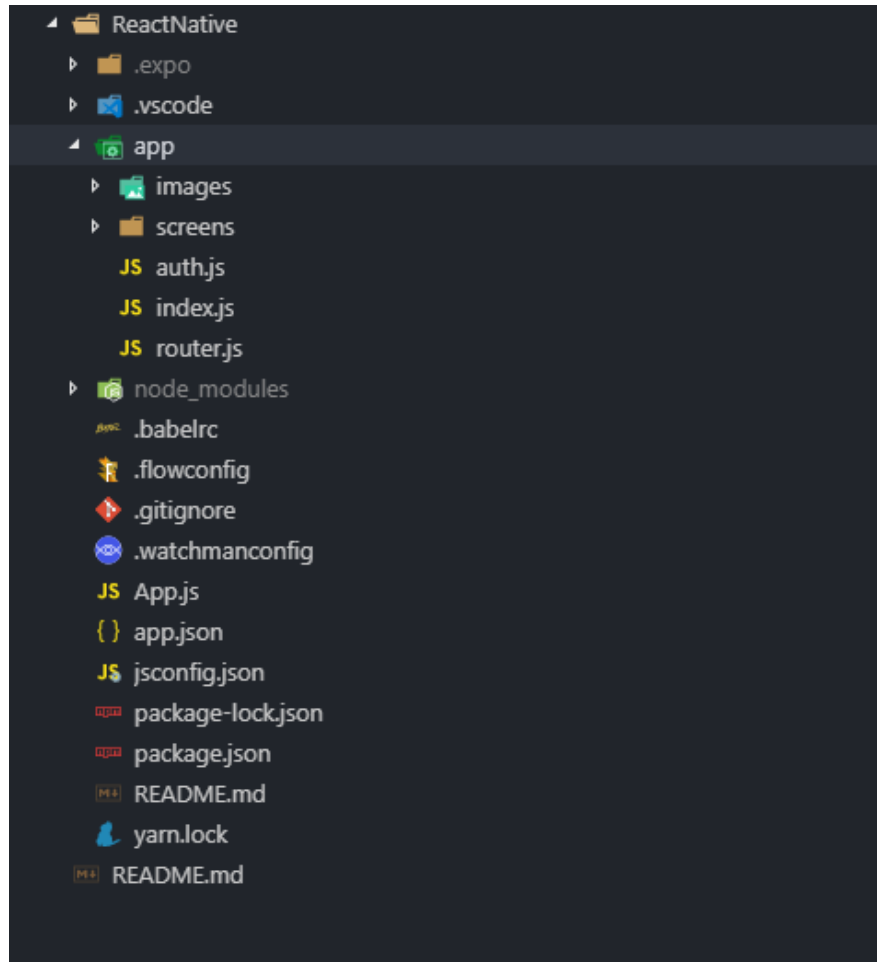


fig. 88: Estructura de carpetas del projecte React Native

h. Codi

Per el desenvolupament d'aquest projecte s'ha fet servir el repositori de control de versions Github, d'aquesta manera s'ha pogut tenir un control de versions el més correcte possible. A mes fent tot aquest codi, un codi obert i que qualsevol persona el pugui descarregar.

Tota la estructura del projecte, Frontend, Backend i Mobile està dintre del meu repositori personal:

<https://github.com/vandal777>



CAPÍTOL 4: Test plan i pressupost.

8. Proposta per a fer un test de validació

a. Introducció

El validation test plan és el pla que especifica quines proves i assajos es farà al producte per tal d'assegurar que assoleix les especificacions que es pretenen en el disseny.

És important tenir una validació del producte, doncs permet adaptar-lo a les normatives de la regió on es vol comercialitzar i a més es pot perfeccionar perquè tingui uns estàndards de qualitat pròpis per poder assegurar a client una garantia de qualitat.

b. Objectiu del test plan.

Es vol assegurar que el producte dura en perfectes condicions, com a mínim, durant 3 anys fent-ne un ús raonable. I per tant poder oferir una garantia de 3 anys.

- La garantia que oferim és de 3 anys. Fent un ús raonable.
- S'entén com a ús raonable 13h al dia durant els dies laborables: 12.246h.
- Amb una aflluència d'uns 60 usuaris diaris que faran ús de l'armari dues vegades.

En aquest validation plan es faran proves mecàniques al producte per poder assegurar que en condicions d'ús normal pot aguantar, com a mínim, 5 anys sense que el seu rendiment se'n vegi afectat. Per així poder donar una garantia de 3 anys.

c. Assajos

1. Temperatura entre -30 i 40

Posar la mostra a -30°C i comprovar que funciona amb normalitat.

Posar la mostra a 40°C i comprovar que funciona amb normalitat.

- El criteri d'acceptació és que el consum no superi els 800mA.

2. Salinitat i humitat de l'aire

Posar la mostra a una cambra amb un nivell de salinitat de 40 psu¹⁷ a una humitat de l'aire del 70%. Comprovar que funciona normalment.

- El criteri d'acceptació és que el consum no excedeixi dels 800mA.

¹⁷ PSU: unitats pràctiques de salinitat. Segons l'Agència Catalana de l'Aigua al document PERFIL DE ZONA DE BANY COSTANERA de la platja de Ribes-roges de Vilanova i la Geltrú el rang de salinitat mitjana de l'aire és de 36,6 – 38,4 psu.

3. Test de caiguda de la PCB de 1m.

- Comprovar que la soldadura i els components estiguin bé.
- El criteri d'acceptació és que els components de la PCB i les soldadures estiguin bé. Encara que la placa ens si presenti algun cop o dany.

4. Test de caiguda del producte a 1m.

- El criteri d'acceptació és que el producte no es trenqui i els components segueixin al seu lloc encara que la caixa presenti algun cop o dany menor que no impedeixi el seu funcionament.

5. Xoc tèrmic.

S'ha de passar de -30°C a 40°C i que la caixa no presenti deformacions que impedeixin el seu ús.

- El criteri d'acceptació és que es pugui utilitzar després de la prova

6. Test mecànic de la porta i plafó 115000 vegades.

S'ha de comprovar que durant el test no hi ha cap error.

- Criteri d'acceptació: 0 errors greus o fatals, >10% d'errors lleus
 - Error greu o fatal: error que compromet l'estructura de l'armari o que fa que deixi de funcionar respectivament.
 - Error lleu: que no s'obre normalment però continua funcionant.
 - A l'acabar el test funciona normal.

7. Test de fatiga a la subjecció de les eines 5000 vegades per eina.

S'ha de comprovar que durant el test no hi ha cap error.

- Criteri d'acceptació: 0 errors greus o fatals, >10% d'errors lleus
 - Error greu o fatal: error que compromet l'estructura de l'armari o que fa que deixi de funcionar respectivament
 - Error lleu: que no subjecta normalment però continua funcionant
 - A l'acabar el test funciona normal.

Condicions d'ús de l'armari:

- L'armari està pensat perquè estigui ancorat a una paret com s'especifica a les instruccions d'instal·lació. Per tant tindrà una situació fixe i no es mourà tret que sigui imprescindible.

- L'armari està pensat perquè estigui dins una habitació apte per a persones amb temperatures que oscil·len entre els -20°C i 35°C .
- En tots tests funcionals s'ha de comprovar:
 - Que el consum és de, com a màxim 800 mA.
 - Que la temperatura de l'encapsulat de l'amplificador del pont en H no supera els 120°C .
 - Que la temperatura de l'encapsulat del regulador de corrent no supera els 140°C .
 - Que el moviment dels panells no fa moure les eines més de 1,5 oscil·lacions al parar.

9. Estudi econòmic

a. Introducció

El pressupost que presentem és, per una banda, l'anàlisi dels costos de desenvolupament del producte i per altra banda els costos de producció d'un armari.

El pressupost es divideix en quatre apartats: el primer detallem els costos de materials, en el segon apartat veiem els costos de personal, en el tercer trobarem els costos de serveis externs i en el quart i últim el total i conclusions.

b. Costos materials

i. Material fungible

L'electrònica de l'armari ve detallada a la següent Bill Of Materials (BOM) (taula 14). És una BOM per a fabricar les primeres 200 pcb. S'ha demanat material segons la oferta dels proveïdors.

BOM					
Necessaris 1 placa	Oferta	Nom	Preu/unitat	Preu/200plaques	Preu/placa
2	2	Motor DC	103,75	41000,0000€	207,5000€
1	1	200 PCB	\$160,39	136,3315 €	0,6817 €
4	1	Antena RFID	\$91,00	61.880,0000 €	309,4000 €
1	1000	56 Ohm	0,0135 €	2,7000 €	0,0000 €
2	1000	10K Ohm	0,0057 €	2,2800 €	0,0000 €
1	1000	LED VERD	0,0790 €	15,8000 €	0,0001 €
15	500	header 8*1	0,0360 €	108,0000 €	0,0011 €
1	250	header 18*2	3,2200 €	644,0000 €	0,0129 €
3	25	10uf	0,0629 €	37,7400 €	0,0075 €
1	10	100nf	0,2299 €	45,9800 €	0,0230 €
1	1	5k	3,3396 €	667,9200 €	3,3396 €
1	250	LD1117AV33	0,2690 €	53,8000 €	0,0011 €
1	250	Switch	0,7600 €	152,0000 €	0,0030 €
1	1	Radiador	3,872	774,4000 €	3,8720 €
1	1	Raspberry Pi 3	50,000€	37,7400 €	0,0075 €
		TOTAL, iva inc.		115.520,9515 €	570,9700 €

Taula 14: Taula material no fungible electrònic

MATERIAL FUNGIBLE			
1	1	Cinta ESD	7,5300 €
5	50	Static Shielding Bag	16,2900 €
1	1	Estany 500g 1mm	28,9190 €
1	1	Guants ESD (100u)	16,2900 €
		TOTAL, iva inc.	69,0290 €

Taula 15: Taula material fungible electrònic

El material per a la fabricació de l'estructura i els seus components i el seu preu s'adjunta a la taula següent.

Material			
1-.Husillo Paso 4 mecanizado por el extremo	200	18,70 €	3.740,00 €
2-. Panel perforado posterior	200	22,00 €	4.400,00 €
3-. Panel movil	200	16,00 €	3.200,00 €
4-. Ruedas	800	3,37 €	2.696,00 €
5-. Motor	200	13,75 €	2.750,00 €
6-. Soporte husillo	400	3,94 €	1.576,00 €
7-. Chapa de acero 5360x1250x1mm	200	40,76 €	8.152,00 €
			0,00 €
total		118,52 €	26.514,00 €

Taula 16: Taula material fungible mecànic

ii. Material no fungible

L'ensamblatge dels components a la PCB es faran manualment i per això es necessitaran elements específics per portar a terme aquest ensamblatge (taula17):

MATERIAL NO FUNGIBLE			
1	1	Alfombrilla Antiestática	64,6600 €
1	1	Armario de Almacenamiento	28,1100 €
1	1	Muñequera Antiestática	22,2900 €
1	1	Estació soldadura	543,0000 €
		TOTAL, iva inc.	658,0600 €

Taula 17: Taula material no fungible electronic

En aquest cas es compta amb un xarxa de servidors interns de la escola, els quals ens poden proporcionar els serveis de tan de Dns com de Domain propi de la escola. L'únic element que s'inclou en la seva xarxa és la RASPBERRY PI 3 que farà de servidor Web ab una IP propia de l'escola, destinada només per oferir aquest servei Web a tothom que es connecti a la seva IP o la seva xarxa wifi.

En el cas de voler implementar aquest servei en un altra escola que no compta amb tota aquesta infraestructura, s'hauria de contractar un Domain, un servidor Web capaç de fer hosting amb servidor NODEJS, un servidor capaç de correr una aplicació creada amb C# amb ASP.net core 2.0 Entity Framework per tal de servir les peticions de les API's, i un servidor de bases de dades mySql. (taula 18)

Característiques	Servidor nodeJS	Servidor .net core windows server
CPU Cores	1	1
RAM	512MB	fins a 1,2GB
Disco SSD	15GB	Il·limitat
Transferencia	512GB	Il·limitat
Direccions IPs	1	2
Preu	21,40€ al mes	12,99 € al mes inclou la BD mySql

Taula 18: Taula pressupost alquiler servidor

En aquest cas s'ha aconseguit fer el desenvolupament de tota la aplicació en un entorn de treball amb windows amb un servidor web nodeJS, un Visual Studio corrent ASP.net core 2.0, una base de dades mySql amb postgresql.

Tota la part de la implementació la farem amb la creació de un entorn Docker amb arquitectura ARM32 de raspberry.

MOBILE:

La part mobile farem servir les crides a les APIS desenvolupades amb ASP.NET core amb base de dades mySql d'aquesta manera extreurem la lògica de les dades de la lògica de la aplicació. Per tal d'aconseguir la implementació de la part mobile hem fet servir un servidor nodeJS amb windows que ens permet generar la aplicació per Android i IOS.

Android:

En el cas de Android el cost de generar l'aplicació és gratuït amb qualsevol entorn de desenvolupament, per lo tant l'únic cost que tindrem es el de pujar la nostra aplicació al gestor d'aplicacions de Google, Google Play.

El preu es tracta d'un únic pagament per el qual obtindrem una llicència de desenvolupador que ens donarà accés a penjar totes les aplicacions que vulguem.

Únic pagament de: 25€

IOS:

En el cas de IOS necessitem un equip amb el Sistema operatiu IOS per tal de poder signar la nostra aplicació abans de poder crearla. Llavors això supondria que hauríem de comprar un equip IOS i la llicència de Desenvolupador de IOS costa 99€ al any.

Per el desenvolupament aquest projecte es necessiten productes informàtics per garantir el funcionament de tota la infraestructura. En un principi aquest projecte es va dissenyar per la implementació en una escola amb pocs estudiants amb la utilització de productes simples i molt accessibles perquè qualsevol estudiant amb no molt recursos pugui fer la seva pròpia implementació de tota la infraestructura requerida. (taula 19)

Equip MAC amb SO IOS

Procesador a 1,2 GHz
256 GB de almacenamiento
Intel Core m3 de doble núcleo a 1,2 GHz (7.ª generación)
Turbo Boost de hasta 3 GHz
8 GB de memoria LPDDR3 a 1.866 MHz
256 GB de almacenamiento SSD1
Tarjeta gráfica Intel HD Graphics 615
Teclado con mecanismo de mariposa de segunda generación
1505,59€

Taula 19: Taula pressupost compra equip MacOS

Equip MAC amb SO IOS (1505,59€) + Llicència Desenvolupador IOS (99€) = 160 (taula 20)4,59 €

Producte	model	marca	quantitat	preu per unitat	descripció
MacBook	Basic	MAC	1	1605,58€	PC

Taula 20: Taula preu mac

c. Costos de contractació

i. Informàtica

Manufacturacio:

Per calcular la part de manufacturació hem fet un càlcul aproximat del que costaria el treball de tot un equip de desenvolupador per tal d'obtenir la creació de tota la aplicació tan de la part frontal, Backend, Sistemas i Mobile.

	Programació	Mobile	Front-End	Back-End	Sistemas/ Infraestructures	Sou/Mes	Mitja Sou
	Product Owner	Product Owner1	Product Owner1	Product Owner1	Product Owner2	4000€/mes	4.000,00 €
1x	Cap de projecte	Cap1	Cap2	Cap3	Cap4	3000/4000€/mes	3.500,00 €
3x	Desenvolupadors	3xDevel	3xDevel	3xDevel	1xDevel	1500/3000€/mes	2.000,00 €

Taula 21: Pressupost d'un equip de desenvolupadors full stack

Aquesta es la estimació del sou de tot un equip de desenvolupament per aconseguir amb un DeadLine de 3 setmanes aconseguir el disseny, desenvolupament del projecte sencer.

Això és un càlcul aproximat, amb el qual podem fer la estimació del cost del projecte depenent de la durada del mateix. (taula 22)

	Temps	8h	€/ 3 setmanas	Total sous en brut
Products Owner	2	200€	3.000,00 €	6.000,00 €
Caps projecte	4	175€	2.625,00 €	10.500,00 €
Desenvolupadors	9	75€	1.500,00 €	13.500,00 €
Total	15	450€	7.125,00 €	30.000,00 €

Taula 22: Total preus desenvolupadors 3 setmanes

d. Serveis externs

Per a la fabricació de l'estructura de l'armari es contracta a una empresa externa, s'adjunta una taula amb el pressupost de les activitats

Procesos				
1-Corte de la chapa a medida y sus troquelados	200,00	38,75 €		7.750,00 €
2-. Conformado, doblado chapa	200,00	80,00 €		16.000,00 €
3-Ensamble y soldadura	200,00	115,00 €		23.000,00 €
4-Tratamiento superficial de protección anticorrosiva.	200,00	85,00 €		17.000,00 €
5-Ensamblar elementos no pintados	200,00	10,00 €		2.000,00 €
Total		328,75 €		65.750,00 €

Taula 23: Licitació dels processos per a la fabricació de l'armari

e. Total

A continuació s'adjunta una taula amb el cost total desglosat

Total per fer 200 unitats de l'armari:	
Material per l'armari:	141.103,98 €
Material de producció:	5.399,36 €
Costos de contractació de desenvolupament:	30.000,00 €
Serveis externs:	65.750,00 €
Total:	242.253,34 €
Preu/armari	1.211,27 €

Taula 24: Cost total i unitari per 200 armaris

f. Conclusions

Tots aquests càlculs són aproximats i fets per si el projecte es vol implementar en un altre escola molt més gran amb la necessitat créixer. Amb aquesta infraestructura i desenvolupament aquest projecte està creat per poder ser el màxim escalable i eficient possible i amb un creixement de les infraestructures horitzontal.



CAPÍTOL 5: Conclusions, futures línies de treball

10. Comentaris i conclusions finals

En aquest apartat es durà a terme una valoració global del projecte, si s'han complert les expectatives inicials del projecte, quins punts s'han hagut de sacrificar i per què, quins són els punts forts del producte final i quines han estat les dificultats per a dur-lo a terme.

Tot i que el projecte ha estat un mandat específic del departament STL de l'ESPVG, s'ha acabat dissenyant un producte que encaixa per a qualsevol altre Universitat o centre docent on es vulgui permetre l'accés lliure dels estudiants a les eines que disposen els laboratoris, però sense que això pugui suposar una merma en les mateixes o que impliqui una dificultat o esforços afegits en la gestió del sistema.

S'ha aconseguit satisfer les necessitats de un nínxol que estava desatès, bé per la simplicitat dels productes existents o per la complexitat dels mateixos. Per tant, el producte es trobaria en un punt mig del que ofereix el mercat.

Amb tot, el projecte tenia una envergadura que no s'ha sabut donar abast i no totes les parts estan acabades. Tot i que sí que hi ha una molt bona base sobre la que treballar i poder tirar endavant.

A l'hora de desenvolupar el projecte s'ha utilitzat metodologies àgils, fent ús d'eines de treball en grup com taulers kanban, com seria el trello, i la suite de google. Per altra banda, s'ha realitzat una sèrie de reunions cada quinzena per tal de posar en comú la feina realitzada.

11. Futures línies de treball

Al fer el disseny del projecte van sorgir moltes idees i línies a desenvolupar per a que realment fós un armari plenament funcional i on s'hi pogués treure tot el profit que l'oportunitat ens brindava. A causa del temps que s'ha disposat per desenvolupar el disseny i la implementació s'ha anat a buscar la practicitat i el poder presentar un prototip amb el mínim de funcions indispensables perquè l'armari complís amb els objectius principals i la raó de ser del projecte.

Per ordre de prioritat s'han establert les properes línies de treball per desplegar tot el potencial de l'eina.

a. Eines elèctriques:

Incorporar un nou mòdul específic per eines elèctriques més grosses on, d'igual manera que la resta, es pugui garantir la traçabilitat d'aquestes. Així, solventar els inconvenients de tindre-les lligades o dins un armari sense accés per l'estudiant.

b. Components respectuosos amb el medi:

Tot i que el producte ha de comptar amb tots els certificats mediambientals corresponents a l'àrea que es pretén comercialitzar, aquests no son suficients per garantir que sigui un producte respectuós amb el planeta.

Per tant, l'objectiu és per una banda aconseguir implementar la major part de l'armari amb plàstic reciclat provinent dels nostres mars i oceans. I per altra, que el disseny permeti que sigui un producte fàcilment reparable i, quan ja no sigui possible reparar, fàcilment reciclable. D'aquesta manera, entrar en el cicle de l'economia circular.

c. Explotació de dades:

Un altre aspecte que permet treure tot el profit del producte és fer una explotació adequada de les dades que recull, per així poder fer previsions de quan faltarà o es trencarà alguna eina. Fer un seguiment dels usuaris més conflictius i qualsevol altre aspecte que pugui ser útil a l'hora de gestionar l'armari.



12. Bibliografia

LLibres

- [1] Las dimensiones humanas en espacios interiores
- [2] Juvinall R.C “Fundamentals of machine component design” John Wiley & Sons Inc. Fifth Edition. Pag 449-451
- [3] Lippert D. “Rolling Resistance and Industrial Wheels” Hamilton pag 141

Pàgines Web

Tots els portals webs que s'adjunten a continuació, han estat actius, com a mínim, fins a l'octubre de 2018.

- [4] www.logismarket.es/comansa/armario-herramientas/1002584844-794459244-p.html
- [5] www.logismarket.es/feerica/armario-de-llaves-electronico/1958846348-1962720614-p.html
- [6] www.interempresas.net/Logistica/FeriaVirtual/Producto-Armarios-inteligentes-EcoMat-132932.html
- [7] alhambrabits.com/
- [8] [ARDUINO MEGA 2560 REV3](#)
- [9] bizoko.com/coefficient-of-rolling-friction-table/rolling-resistance-would-apply-to-industrial-wheel.html

(data de consulta 08/09/2018)

- [10] www.fceia.unr.edu.ar/darquitectonico/darquitectonico/RepHip/las-dimensiones-humanas.pdf
- [11] <https://docs-emea.rs-online.com/webdocs/1396/0900766b81396fd7.pdf>

(data de consulta 08/09/2018)

- [12] <https://industry.arcelormittal.com/catalogue/C10/ES>.

(data de consulta 08/09/2018)

- [13] <https://ingemecanica.com/tutoriales/prontuario.html>

(data de consulta 08/09/2018)

- [14] <https://comunidad.leroymerlin.es/t5/Bricopedia-Bricolaje/Qu%C3%A9-medida-de-tornillo->

[corresponde-a-cada-medida-de-taco/ta-p/73302](#)

(data de consulta 08/09/2018)

[15] <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6080/05.pdf>

(data de consulta 08/09/2018)

[16] https://www.youtube.com/watch?v=nvRqBENux_o

(data de consulta 08/09/2018)

[17] https://www.trumpf.com/es_ES/productos/maquinas-sistemas/maquinas-de-corte-por-laser-2d/trulaser-5030-5040-5060/

(data de consulta 08/09/2018)

[18] <https://www.lomusa.com/wp-content/uploads/2017/11/hidrolik.pdf>

(data de consulta 08/09/2018)

[19] <https://pinturas-dami.com/es/32-8857-pintura-antioxidante-martele-oxirite.html>

(data de consulta 08/09/2018)

[20] [Atmel ATmega640/V-1280/V-1281/V-2560/V-2561/V](#)

[21] [Creando componentes en EasyEDA](#)

[22] <http://www.aenor.es/aenor/normas/buscadornormas/buscadornormas.asp#.WyGMzKczbIU>

[23] [FischerELEktronik](#)

[24] [Voltage Regulator -- 3.3 V -- LM1117.fzpz](#)

[25] [LD1117](#)

[26] [SK 104 25,4](#)

[27] [Motor de dc Crouzet 82830502, 24 V, 2.770 rpm, 50 W, 3 A](#)

[28] <https://es.rs-online.com/web/p/motores-dc/2361717/>

[29] [Serial print\(\)](#)

[30] [CONECTAR ARDUINO POR WIFI CON EL MÓDULO ESP8266 ESP01](#)

- [31] [LISTA-DE COMANDOS AT ESP8266 ESP8266EX MÓDULO WIFI](#)
- [32] [ESP8266WiFi library](#)
- [33] [Uso ESP8266 con Arduino \(Puerto Serie\)](#)
- [34] [Tutorial ESP8266 Parte I](#)
- [35] [Fritzing part for an ESP8266-based WiFi module](#)
- [36] [arduino-ESP8266/ESP8266.h](#)
- [37] [An easy-to-use Arduino ESP8266 library based on AT firmware.](#)
- [38] [✓ WIFI Modulo ESP8266 Conectarse y enviar datos por Internet !Comandos AT!](#)
- [39] [ESP8266 Serial Esp-01 WIFI Wireless](#)
- [40] [ESP-01 WiFi Module](#)
- [41] [LiquidCrystal Library](#)
- [42] [LCD-020N004L](#)
- [43] [5.0 A Throttle Control H-Bridge](#)
- [44] [Dual MC33926 Motor Driver Carrier](#)
- [45] [Polou](#)
- [46] [Como usar el driver controlador de motores L298N](#)
- [47] [DUAL FULL-BRIDGE DRIVER](#)
- [48] [Arduino Glossary](#)
- [49] [ArduinoCodes/Using-4-4-Keypad-With-Arduino/](#)

- [50-58] Aplicacio de gestio [p. 92-119]
- [50] <https://reactjs.org/docs/getting-started.html> [96]
- [51] <https://es.redux.js.org/docs/introduccion/> [96]
- [52] <https://reacttraining.com/react-router/core/guides/philosophy> [96]
- [53] <https://webpack.js.org/concepts/> [104]



- [54] <https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/core/> [98]
- [55] <http://cssinjs.org/?v=v9.8.7> [96]
- [56] [PERFIL DE ZONA DE BANY COSTANERA Platja de Ribes-roges](#)
- [121]



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Annexos

a. Plafó informatiu

En aquest annex es visualitza una mostra a escala real del plafó informatiu. Aquest plafó, prèviament revisat i autoritzat pel servei STL de l'escola EPSEVG, va adherit al costat dret de l'armari, just per sobre del conjunt pantalla+teclat. Té com a finalitat aclarir qualsevol dubte que l'usuari pugui tenir abans o durant l'ús de l'armari.

INFORMACIÓ D'ÚS DE L'ARMARI

- És el primer cop que utilitzes l'armari? Entra al web <https://www.epsevg.upc.edu/armariSTL> i registra't, o bé descarrega't l'aplicació **Servei de Préstec STL** a través de *Google Play* o *Apple Store*.



- Ja estàs registrat? A través de l'aplicació pots **comprovar** en qualsevol moment si el **material** que necessites està **disponible** actualment a través de l'aplicació.

- Primer pas: **comprova que l'armari està encès**. En cas contrari, prem l'interruptor situat al costat del teclat.



- Segon pas: **Inicia sessió** mitjançant les teves credencials o bé acosta el teu carnet UPC. Un cop iniciada, la persiana s'obre automàticament.



- Tercer pas: l'eina que necessites està amagada a la part del darrere? **Pots moure els panells** fent ús dels interruptors situats al costat del teclat.



- Quart pas: **pots agafar** tant material com necessitis. Recorda que és important fer-ne un **ús responsable** i **retornar-lo al seu lloc** un cop hakis acabat.



En cas que trobis una **eina en mal estat** o bé es trenqui accidentalment, si us plau, omple el formulari d'incidències mitjançant l'aplicació mòbil.



- Cinquè i últim pas: No t'oblidis de **tancar sessió**; l'armari es tancarà automàticament. Si us plau, comprova que la persiana es queda ben tancada. En cas contrari, contacta amb el servei STL i informa de l'incidència.



b. Càlculs del motor dels panells

Pel dimensionament del motor que mou el panell mòbil es resolen les equacions obtingudes del diagrama del cos lliure en el moment de velocitat constant, com es mostra a la fig 89

DADES

radi rodes = 20 mm

$\mu_{\text{rodadura}} = 0.685\text{mm}$ dada extreta de la bibliografia [2]

Pes panell = 110N

a (amplada panell) = 700 mm

b (alçada panell) = 700 mm

c (longitud mànec) = 100 mm

Panell + rodes (fig 89)

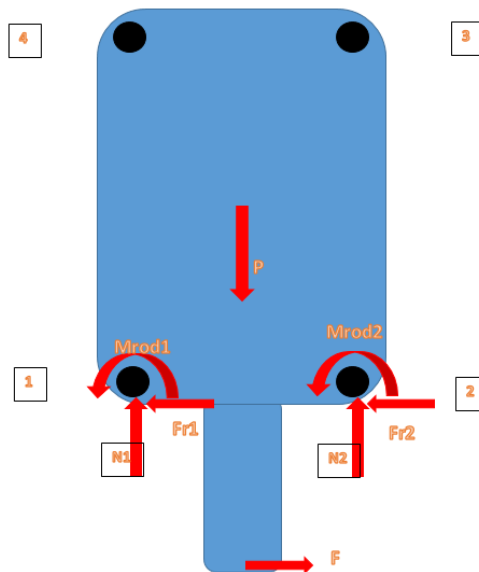


fig 89:Diagrama cos lliure panel+rodes

$$\sum F_x = 0 \quad 1$$

$$F_{r1} + F_{r2} = F \quad 2$$

$$\sum F_y = 0 \quad 3$$

$$N_1 + N_2 = P \quad 4$$

$$\sum M_1 = 0 \quad 5$$

$$M_{rod1} + M_{rod2} + F * C + N_2 * a = P * \frac{a}{2} \quad 6$$

Diagrama cos lliure Panell (fig 90)

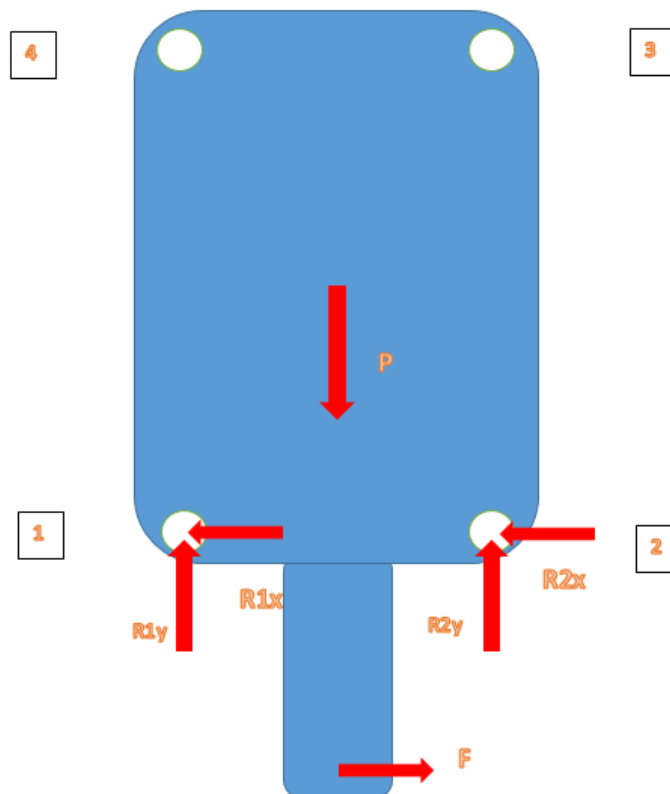


fig 90: Diagrama cos lliure Panell

$$\sum F_x = 0 \quad 7$$

$$F = R_{1x} + R_{2x} \quad 8$$

$$\sum F_y = 0 \quad 9$$

$$R_{1y} + R_{2y} = P \quad 10$$

$$\sum M_1 = 0 \quad 11$$

$$F * C + N_2 * a = P * \frac{a}{2} \quad 12$$

Diagrama cos lliure rodes (fig.91)

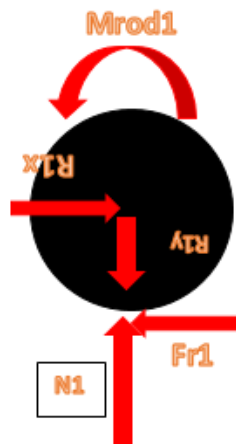


fig 91: Diagrama cos lliure roda

$$\sum F_x = 0 \quad 13$$

$$R_{1x} = F_{r1} \quad 14$$

$$\sum F_y = 0 \quad 15$$

$$R_{1y} = N_1 \quad 16$$

$$\sum M_{c1} = 0 \quad 17$$

$$M_{rodadura} = F_{r1} * R \quad 18$$

$$M_{rodadura} = \mu_{rodadura} * N \quad 19$$

Es resolen les equacions posant a l'equació 6 l'equació 19 i la 2 i es troben:

$$N_1 = 63 \text{ N}$$

$$N_2 = 47 \text{ N}$$

$$F = 5.39 \text{ N}$$

S'aplica un coeficient de seguretat de 2 perquè el motor continuï sent l'adient en el cas de posar eines més pesades, d'aquesta manera la força exercida pel motor haurà de ser de 10'78N.

Resolem el problema de cargols de transmissió per a trobar el moment que ha de realitzar el motor:

$$M_{avanç} = P * \frac{d_p}{2} * \tan(\lambda + \theta) \quad 19$$

$$\tan \lambda = \frac{4}{\pi * 18} \rightarrow \lambda = 4.046 \quad 20$$

Dades

$$F = 10.78 \text{ N}$$

$$D_p = 18 \text{ mm}$$

$$\mu = 0.09 = \tan \theta \rightarrow \theta = 5.142$$

Resolen es troba un $M = 0.015 \text{ Nm}$

Com hem fixat la velocitat a 150mm/s la passem a rad/s $\omega = 235.5 \text{ rad/s}$

$$P = \omega * M = 3'53 \text{ W}$$

c. Càlcul de la fletxa de la guia

Per el càlcul de la fletxa (deformació de la guia deguda al pes del panell carregat amb les eines), al tractar-se d'una biga en la que actuen 2 forces i sabent que la deformació màxima es produeix quan el panell està al centre de la guia, es té la següent sollicitació (fig 92):

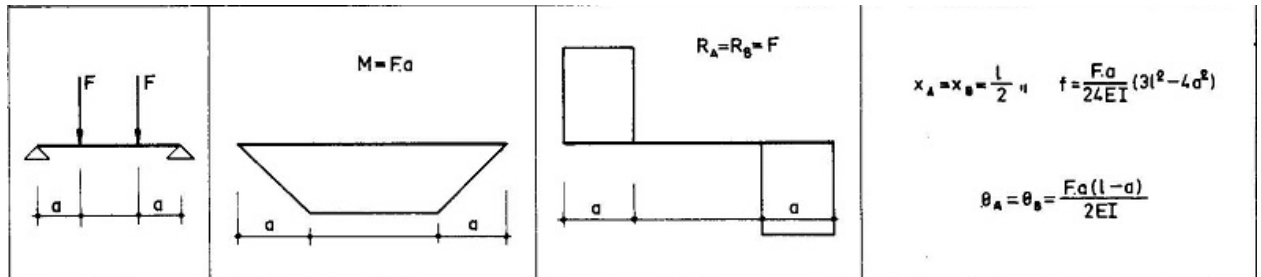


fig 92: Sollicitació de la guia, tenint en compte que el panell contacta en 2 punts

Per a la realització dels càlculs, s'ha generat un full excel que s'adjunta a continuació:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
3	a (distància extrem guia roda)	350	mm			Suma(Ai*Yi)		Suma(Ai)	
4	L (longitud guia)	1500	mm				322,5	mm ³	120
5	E (modul de young acer)	210000	Mpa				840	mm ³	
6	I (inercia guia)	10600	mm ⁴				12,5	mm ³	
7	e (espessor xapa)	1	mm				537,5	mm ³	
8							307,5	mm ³	
9					Suma		2020	mm ³	
10									
11	Càlcul de la inercia (steiner)					Y (centre de masses de la guia)	16,8333333	mm	
12	I =	$\sum((b_i \cdot h_i^3)/12 + A_i \cdot d_i^2)$				Ecuació per el càlcul de la flecha			
13	+	1,25	mm ⁴			$\theta = \frac{P}{2} \cdot a \cdot (l - a)$			
14	+	1505	mm ⁴						
15	+	66,6666667	mm ⁴						
16	+	1361,11111	mm ⁴						
17	+	2,08333333	mm ⁴						
18	+	6669,44444	mm ⁴						
19	+	2,08333333	mm ⁴						
20	+	544,444444	mm ⁴						
21	+	281,25	mm ⁴						
22	+	166,666667	mm ⁴						
23	Inercia total	10600	mm ⁴						
24									

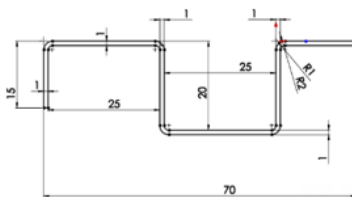


fig 93: Foto de l'excel utilitzat per càlcul de la deformació

Per tant la deformació màxima de la guia és de 0.004 mm

d. Càlculs del fixació de l'armari a la paret

En aquest annex es mostren les fórmules i la resolució per dimensionar els cargols que fixen l'armari a la paret. Per el dimensionament es pren com a referència el mètode utilitzat en el llibre de disseny d'elements de màquines de'n Juvinal pag. 449-451. A la figura següent es mostra el triangle de forces de flexió

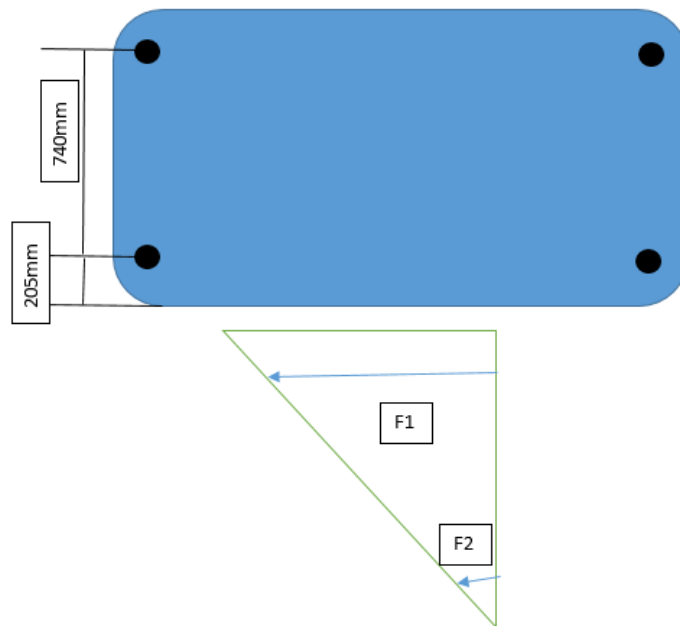


fig 94: triangle de força a flexió sobre els cargols

Dimensionament a tracció

El primer que es fa es buscar quins són els cargols més sol·licitats. Amb l'equació següent es justifica que els cargols superiors són els més sol·licitats

$$F_1 = F_3 = \frac{945}{205} F_2 = 4.6 F_4$$

Per calcular la força a tracció dels cargols superior es fa moments respecte la cara inferior, considerant que el pes de l'armari es troba el centre del volum que ocupa.

$$\begin{aligned}\sum M_0 &= 0 \\ 900 * (250) &= 945 * F_1 * 2 + 205 * F_2 * 2 \\ 900 * 250 &= 1890 F_1 + 82 F_1 \\ F_1 &= 114.09 \text{ N}\end{aligned}$$

Apart de la F1 calculada anteriorment, els cargols pateixen d'un esforç tallant. Que es repartirà uniformement entre els 4 cargols, per tant és té una força tallant de 450 N. Es troba la tensió de Von

misses, per tenir la resultant entre la força tallant i de flexió, que haurà de ser menor a la tensió admissible del cargol que en aquest cas, amb un cargol de qualitat 4.8 es de 400 N/mm²¹⁸, amb un factor de seguretat de 1.25

$$\sigma_{VM} = \frac{1}{A} \sqrt{114.09^2 + 3(450^2)} = \frac{787.72}{A} N/m \leq \frac{400}{1.25}$$

$$\frac{787.72}{\pi * r^2} \leq \frac{400}{1.25}$$

$$r=0.785\text{mm} \quad d=1.57\text{mm}$$

Per altra banda, el cargol no és l'únic que pot trencar. La xapa també pot deformar-se, per tant el cargol també s'haurà de dimensionar tenint això en compte.

La superfície de xapa que rep la força de 450 N és:

$$A=\text{diàmetre}*\text{espesor}= 2*1= 2\text{mm}^2$$

$$\sigma_{adm}= 270 \text{ Mpa}^{19}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha_b \cdot k_1 \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha=1 \text{ i } k=2.5^{20}$$

$$F = \frac{2.5 * 270 * 1.57 * 1}{1.25} = 847.8\text{N}$$

Per tant, els cargols de 1,57 mm dimensionats en l'apartat anteriors son suficients per a que la xapa aguanti.

¹⁸ http://www.tornillera.com/archivos/info_tecnica/esp/propiedades_tornillos.pdf taula de propietats de cargols, d'on s'extreu la tensió admissible

¹⁹ <https://industry.arcelormittal.com/catalogue/C10/ES> Propietats acers per a la xapa de l'estructura

²⁰ <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6080/05.pdf> unions cargolades on es justifiquen els valors presos

e. Esquemàtic de connexions per a la PCB

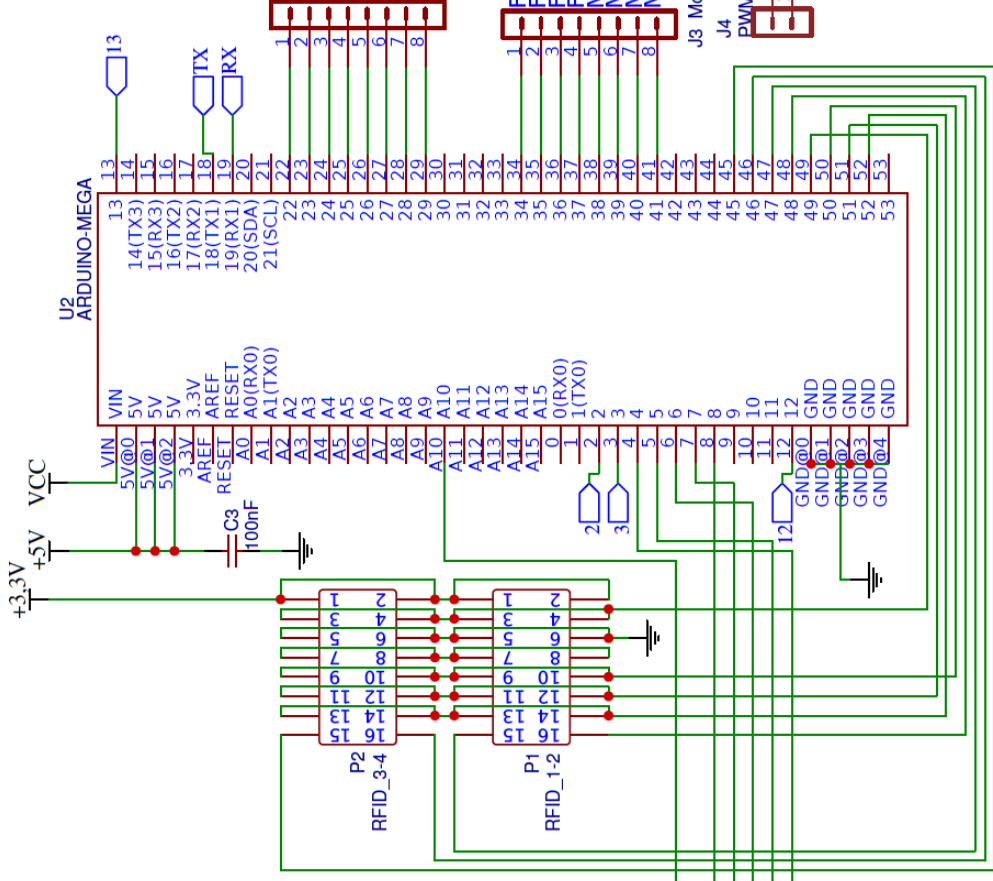
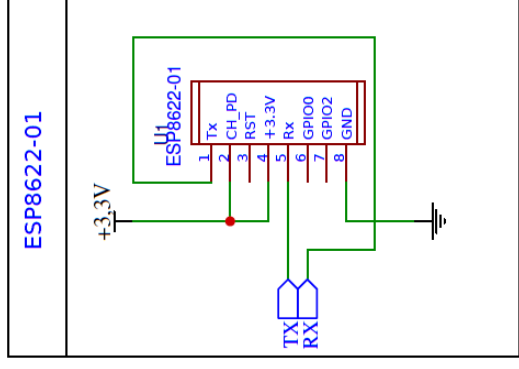
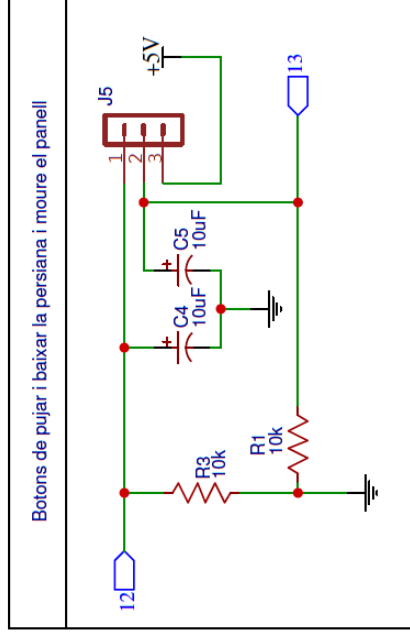
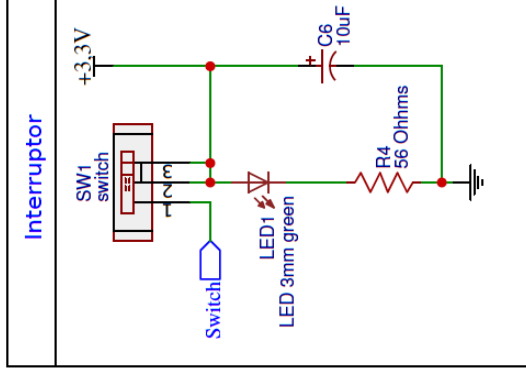
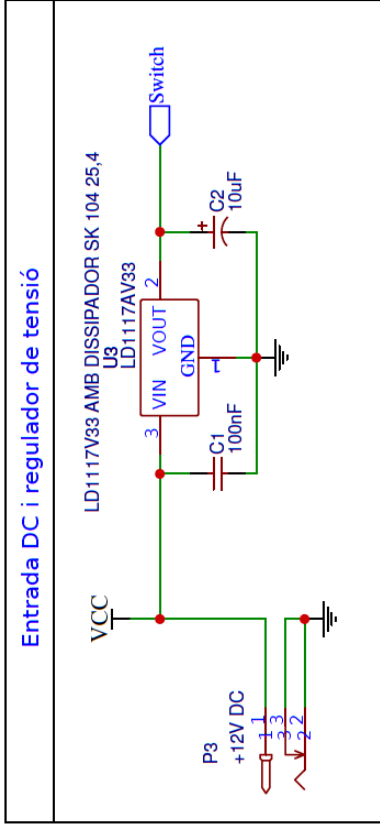
En aquest annex es presenta esquemàtic dels components i connexions de la PCB que s'ha dissenyat. Perquè l'usuari pugui saber i entendre com està dissenyat el shield de l'Arduino del projecte. En el cas que es vulgui fer evolucionar i implementar millores aquest esquema ens mostra on estan connectades totes les entrades i sortides de l'Arduino Mega a través del *shield* dissenyat.

Es mostra a parts amb la intenció que sigui més intel·ligible i no hi hagi cables molt llargs que ens pugui conduir a equívocs.

L'entrada DC i regulador de tensió és l'entrada que ve des de la font d'alimentació externa de 12V. L'interruptor ens mostra com està connectat l'interruptor amb el Led i el condensador contra rebots.

A la caixa de botons de la persiana veiem com s'han dissenyat les resistències *pull down* i els condensadors contra rebots. Notem que les mateixes resistències *pull down* serveixen també per descarregar els condensadors.

La caixa de l'ESP8622-01 és el connexionat entre el mòdul wifi ESP-01 i l'Arduino.



TITLE: Arduino Shield		REV: 3.1
Date: 2018-05-16	Sheet: 1/1	
EasyEDA V5.4.12	Drawn By: Ramon Sagalés i Costa	

f. BOM per a la PCB

La Bill Of Materials que aquí es mostra és la llista de materials que s'ha utilitzat per per a fer la PCB. Així l'usuari pot saber com muntar-la i els materials que s'han usat per millorar-los

Els preus son de Farnell Element 14 i de Onda Radio.

BOM					
Material necessari per una placa	Oferta	Nom	Preu/unitat	Preu/200plaques	Preu/placa
1	1	200 PCB	\$160,39	136,3315 €	0,6817 €
4	1	Antena RFID	\$91,00	61.880,0000 €	309,4000 €
1	1000	56 Ohm	0,0135 €	2,7000 €	0,0000 €
2	1000	10K Ohm	0,0057 €	2,2800 €	0,0000 €
1	1000	LED VERD	0,0790 €	15,8000 €	0,0001 €
15	500	header 8*1	0,0360 €	108,0000 €	0,0011 €
1	250	header 18*2	3,2200 €	644,0000 €	0,0129 €
3	25	10uf	0,0629 €	37,7400 €	0,0075 €
1	10	100nf	0,2299 €	45,9800 €	0,0230 €
1	1	5k	3,3396 €	667,9200 €	3,3396 €
1	250	LD1117AV33	0,2690 €	53,8000 €	0,0011 €
1	250	Switch	0,7600 €	152,0000 €	0,0030 €
1	1	Radiador	3,872	774,4000 €	3,8720 €
		TOTAL, iva inc.		64.520,9515 €	313,4700 €

g. Diagrames de flux de les subrutines i programa per Arduino

Aquest primer diagrama és la rutina que controla l'accés amb la targeta RFID. Implica el lector RFID de les targetes d'accés i la comunicació amb la Raspberry. Quan es crida a la rutina comprova si hi ha una targeta present. En el cas que hi sigui, guarda el número per tenir la sessió oberta i l'envia a la Raspberry. Al cap de pocs milisegons, la Raspberry ha de respondre amb un SI/NO si és que si, vol dir que l'usuari existeix a la base de dades i que autoritzarem l'accés i si és que no, vol dir que l'usuari no està autoritzat a la base de dades o que hi ha hagut un error de lectura i es denega l'accés.

En el cas que no hi hagi cap tarja present s'acaba la rutina (fig. 96).

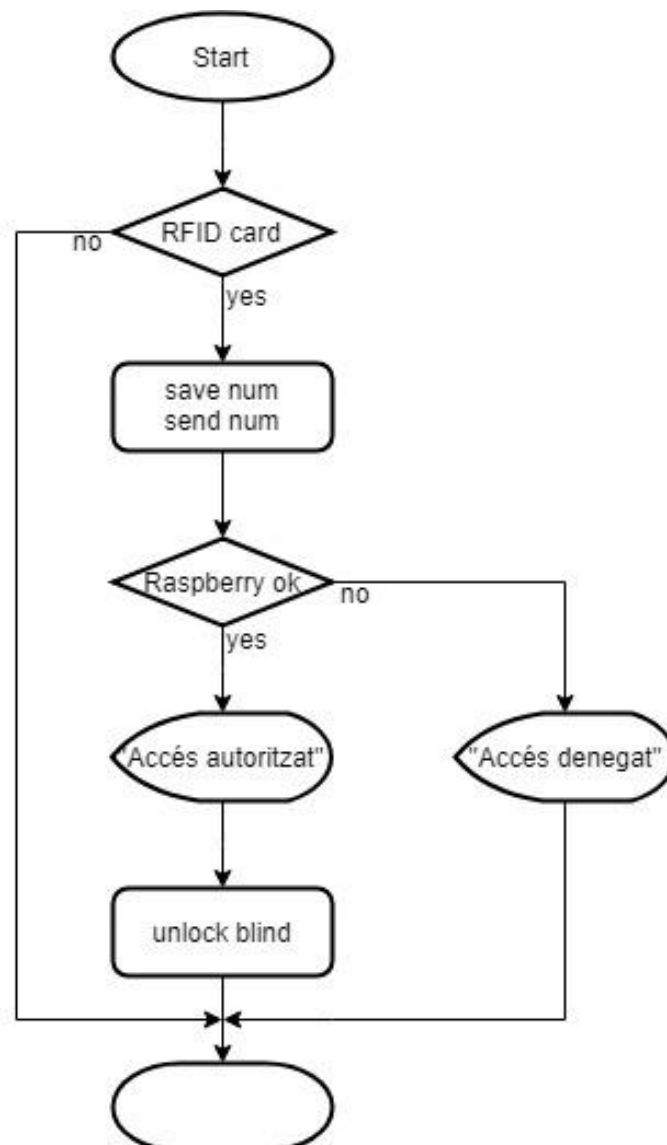
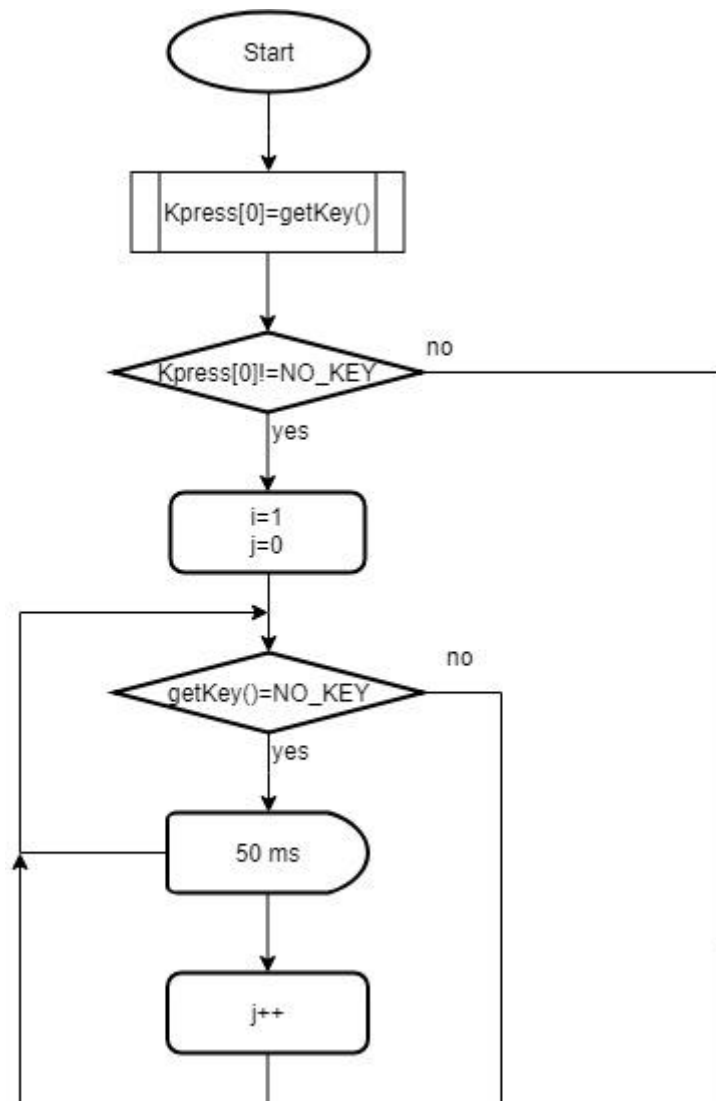


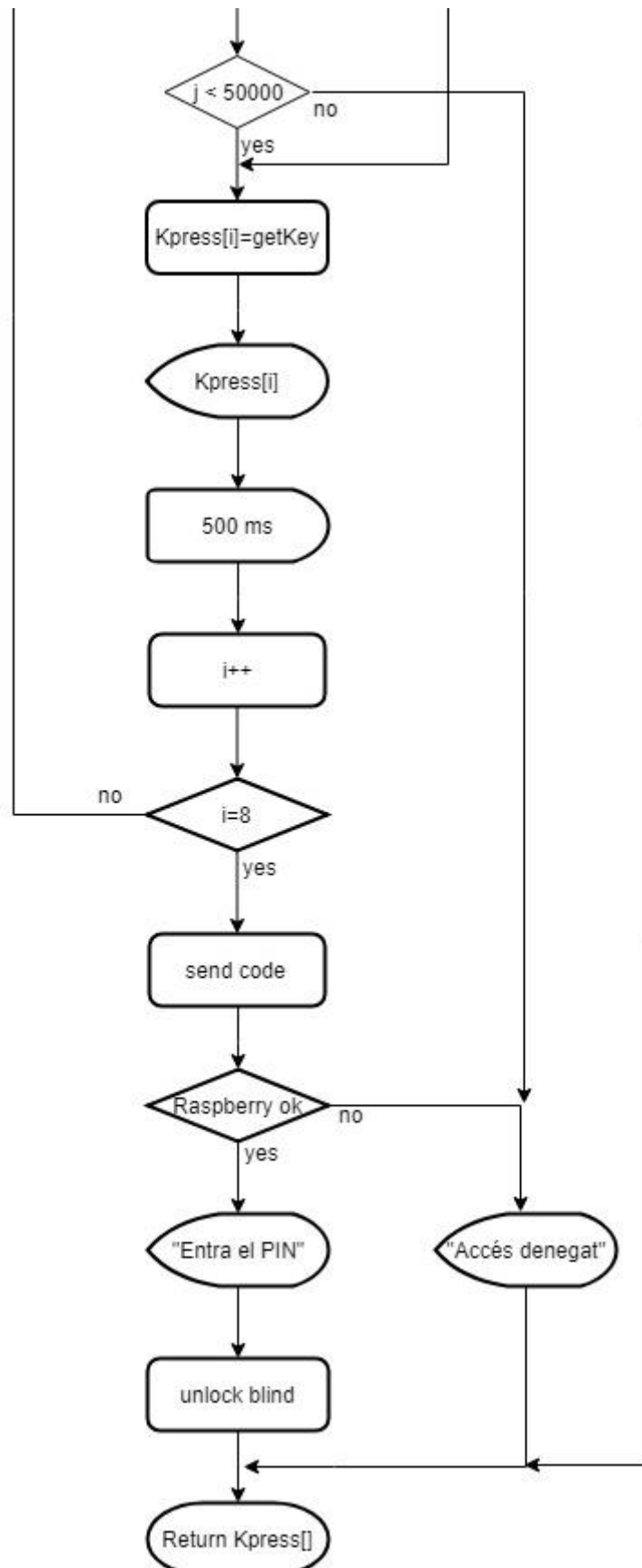
fig. 96: diagrama de flux de la rutina `wait_user_RF`

El diagrama de la figura 97 ens mostra la rutina per entrar un còdi per teclat, ja sigui d'usuari com de PIN.

Primer de tot el que fa quan crida la rutina és comprovar si s'ha apretat una tecla del teclat si és així continua, sinó salta al final. Després hi ha un bucle que espera a que s'apreti una nova tecla. Aquest bucle té un delay perquè no cal que s'executi massa ràpid. En el cas que passi molta estona dins el bucle ($j++$) saltarà al cap de, més o menys, 5 segons de no apretar cap tecla.

Si s'apreta una tecla es guarda a una matriu i es mostra per pantalla. Un cop ha capturat tot el codi, l'envia a la Raspberry. Al cap de pocs milisegons, la Raspberry ha de respondre amb un SI/NO si és que si, vol dir que l'usuari ha entrat correctament el PIN i la sessió s'inicia normalment. Si és que no, torna a començar de nou.



fig. 97: diagrama de flux de la rutina `wait_user_kp`

Al següent diagrama de la figura 98, trobem una petita rutina per enviar l'estat de les peces a la Raspberry perquè ho pugui comparar amb la seva base de dades. Això s'executa una vegada quan s'engega l'Arduino per comprovar que coincideix el que hi ha amb el que es té registrat a la base de dades. I es torna a enviar cada cop que algun usuari tanca la sessió. D'aquesta manera es pot comparar el què hi havia l'últim cop amb el que hi ha després que l'usuari tanqui la sessió i s'actualitza el compte de préstecs de la persona.

El que fa la rutina és passar per tots els sensors llegint el que tenen i enviant-ho a la Raspberry. En aquest cas no s'espera cap resposta per part de la base de dades.

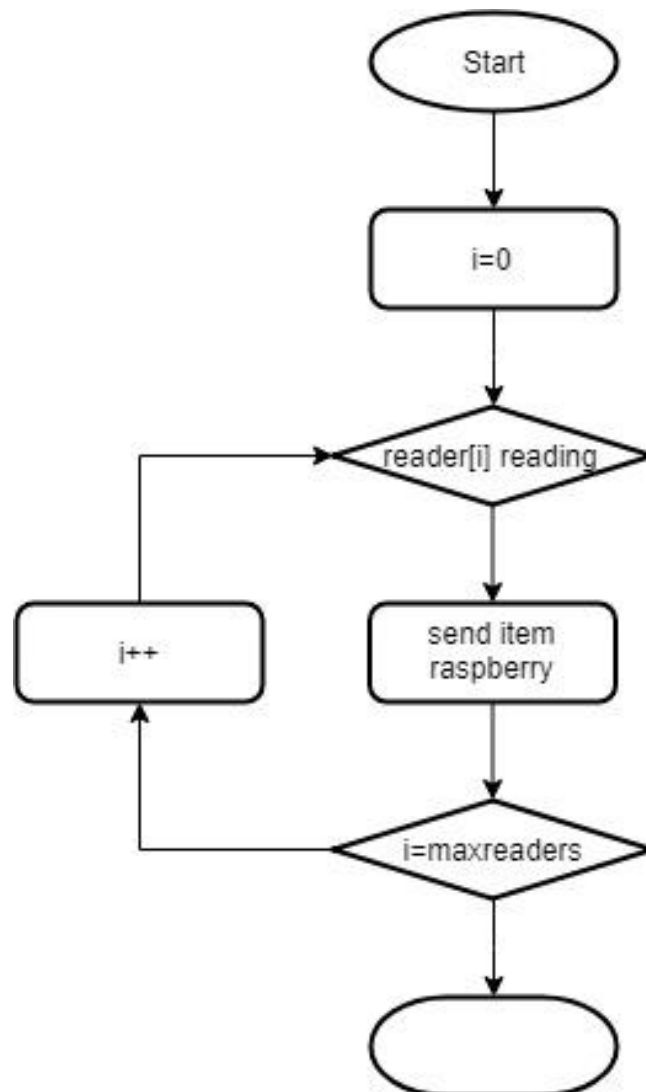


fig. 98 diagrama de flux item_check

En aquest últim diagrama (fig. 99) podem veure el diagrama de la subrutina de moure els panells. Com que les peces es podrien bellugar massa i arribar a caure al moure's els panells, els panells acceleraran

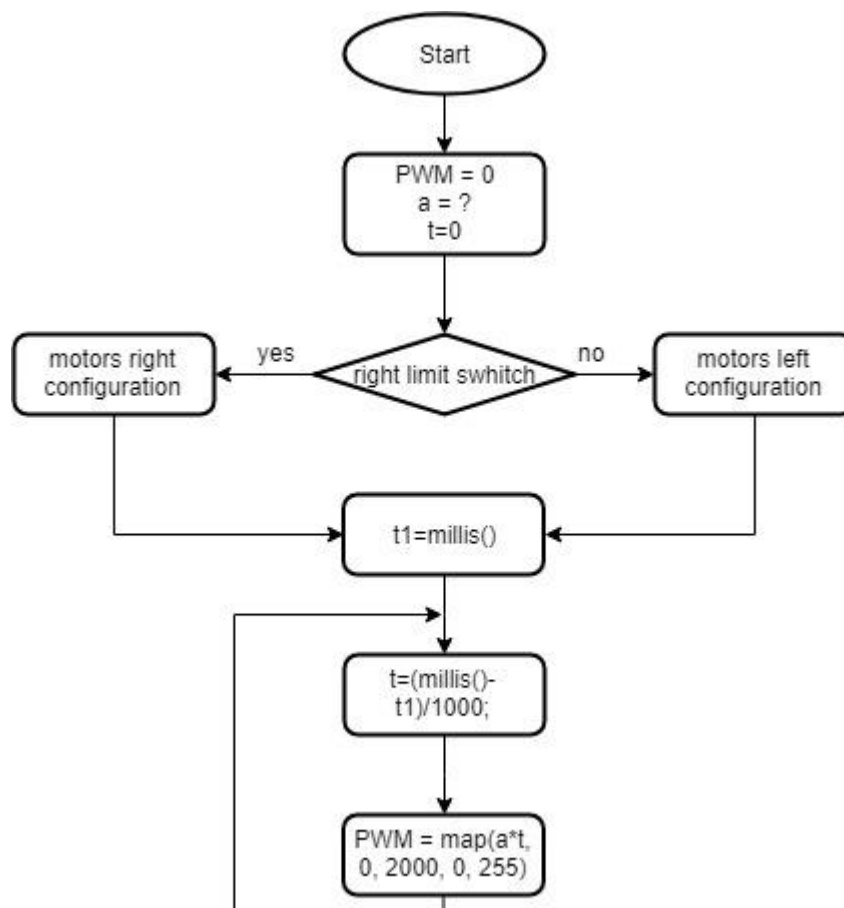
i desacceleraran per arrencar i parar respectivament. Així no pateixen ni les peces internes de l'armari ni el driver haurà de suportar una corrent de pic molt elevada.

L'acceleració a és un paràmetre que s'ha de estudiar empíricament perquè no sigui massa lenta i que no faci moure excessiament les peces de l'interior de l'armari.

Per cridar a la rutina s'ha de dir si és el panell 1 o 2 que s'ha de moure. Això se sap segons el botó que s'hagi apretat. Si el fi de carro està a la dreta configura els motors per moure's a la esquerra i viceversa. Després guarda el moment en que es començarà a moure el panell per poder fer la recta del canvi de la velocitat segons el temps: $v=a*t$ on a és una constant i t varia amb el temps.

Quan la velocitat arriba al màxim (2000rpm), s'estabilitza fins que arriba a l'altre final de carrera, que comença el mateix procés a la inversa.

Per poder fer la desacceleració els finals de carrera s'han de col·locar un cop estigui l'armari funcionant per poder quadrar bé els panells segons l'acceleració i desacceleració escollida



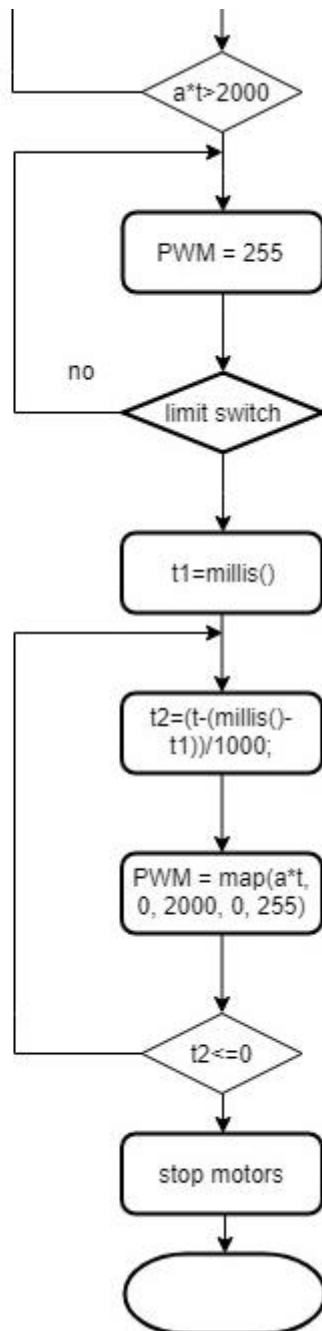


fig.99: diagrama de flux de l'acceleració dels panells

h. Configuració servidor Raspberry pi 3

Descarregar l'imatge de Raspbian sense escriptori de Raspbian.org

<https://www.raspberrypi.org/downloads/>

Cremem l'imatge dintre de la tarjeta microSD desde un altre PC amb el programa "etcher"

<https://etcher.io/>

inciem la maquina Raspbian en Raspberry pi 3

Usuari: pi

Contrasenya: raspberry

El primera que s'ha de fer es modificar la contrasenya del usuari "pi" ja que es el que porta per defecte, fent la maquina vulnerable 100% ja que qualsevol usuari sap el password del root.

- Fem un login com a super user. Podem fer-ho ja que l'usuari pi, té permisos de SU
#sudo su
- Modifiquem el password de l'usuari "pi"
#passwd pi
- Introduïm el nou password i el confirmem.
nou password: prestec2018
- Modifiquem el password de l'usuari "root"
#passwd
- Introduïm el nou password i després el confirmem
nuevo password: prestec2018

El següent que farem per la configuració és canviar la configuració d'idioma i de idioma del teclat. Per defecte esta posat un que suposo que es la versio "EN" anglesa.

```
#dpkg-reconfigure keyboard-configuration
```

Amb aquesta comanda executar la interfaz gráfica de configuració del teclat.

Dintre d'aquesta configuració em d'escollir la configuració desitjada per tal de tenir el teclat en el idioma que vulguem. En el nostre cas en espanyol.

Per tal d'aconseguir així seguirem la següent selecció de configuracions.

- Model of keyboard
 - Generic 105-key
- Keyboard layout
 - Spanish
- Key function atl-gr
 - Default
- Compose key
 - No compose key

Una vegada fet això ja tindrem configurat la nostra maquina Raspbian amb el teclat i el idioma en espanyol.

Configuració de xarxa per tal de tenir connectivitat a internet

La configuració l'he fet amb "dhcp" perquè el objectiu d'aquest dispositiu es funcionar con hostapd i d'aquesta manera convertirlo en "plug-and-play".

Per tal d'obtenir aquesta configuració, hem d'editar l'arxiu `"/etc/network/interfaces"`

```
auto eth0

iface eth0 inet dhcp
```

Instal·lació del servidor "SSH" per tal de poder accedir remotament a l'equip "raspberrry"

Per defecte el servidor SSH ve instal·lat, pero, l'hem de configurar. L'arxiu de configuració es `"/etc/ssh/sshd_config"`.

Dintre d'aquest arxiu des-comentarem i modificarem algunes lineas.

Port per el que escoltem peticions per defecte el 22 es que utilitza el protocol "SSH"

- Port 22

Direccions desde les quals acceptarem peticions. si posem la 0.0.0.0 estem escoltant totes.

- ListenAddress 0.0.0.0

Permet l'accés amb usuari root, que sera el que utilitzarem per fer defecte, potser més endavant fem la creacion d'algun usuari específic convidat.

- PermitRootLogin yes

Activem l'opció perquè el servei "SSH" arranque en iniciar el equip

```
#sudo systemctl enable ssh
```

Reiniciem el servei "SSH"

```
#systemctl restart ssh
```

I ja tindriem el nostre equip "raspberry" llest per rebre peticions SSH per tal de poder controlar la maquina externament sense necessitat d'un teclat ni pantalla.

i. Plànols dimensionals

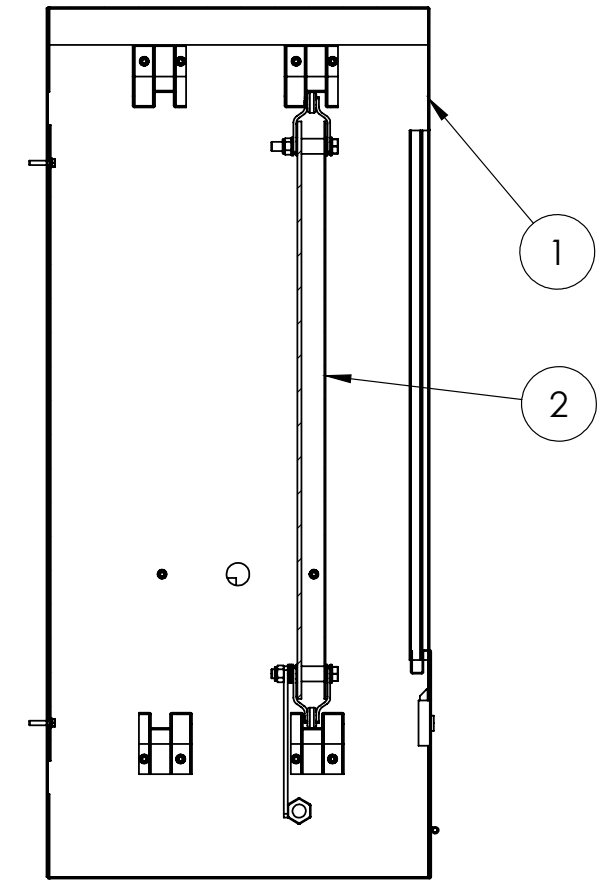
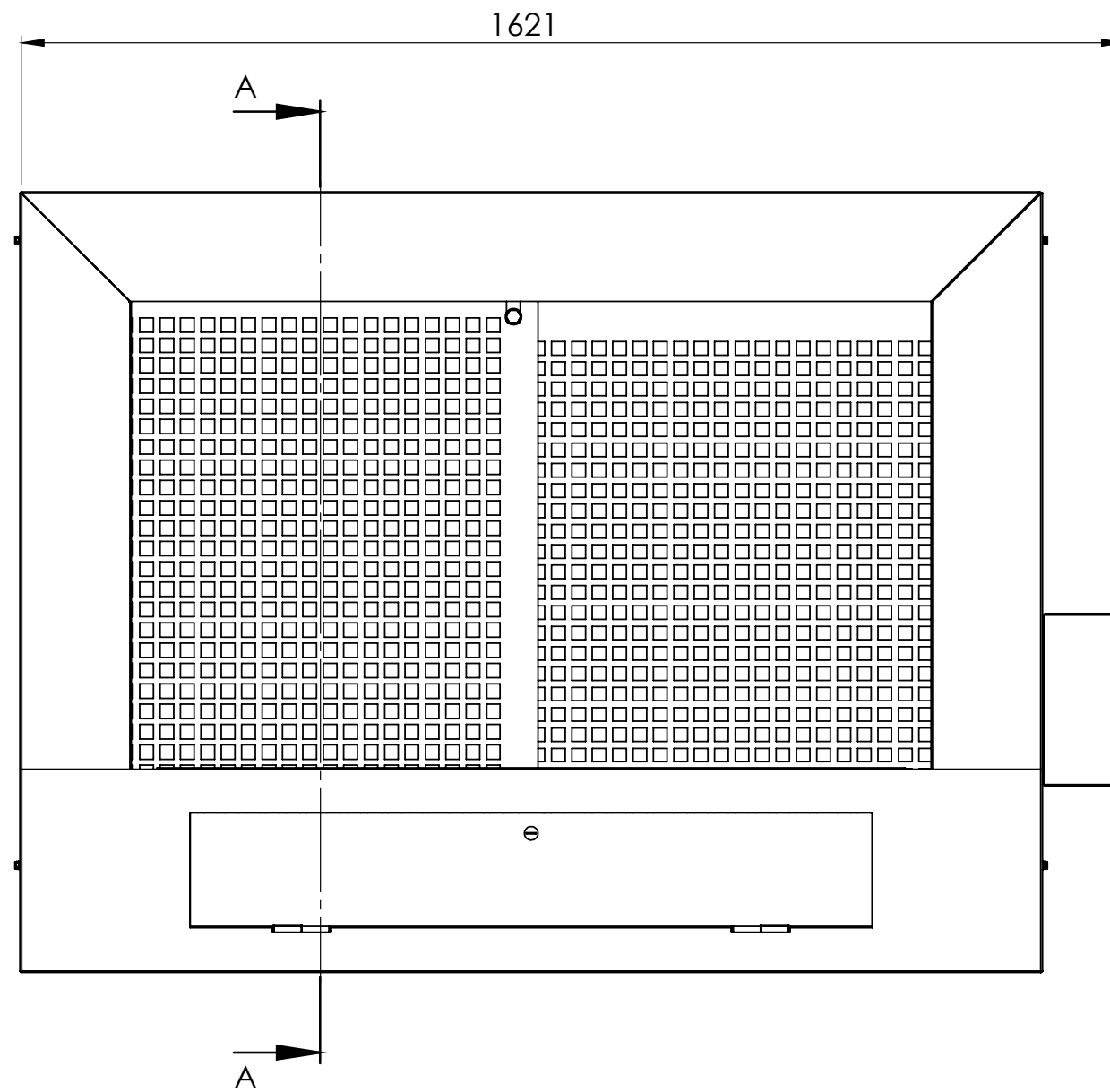
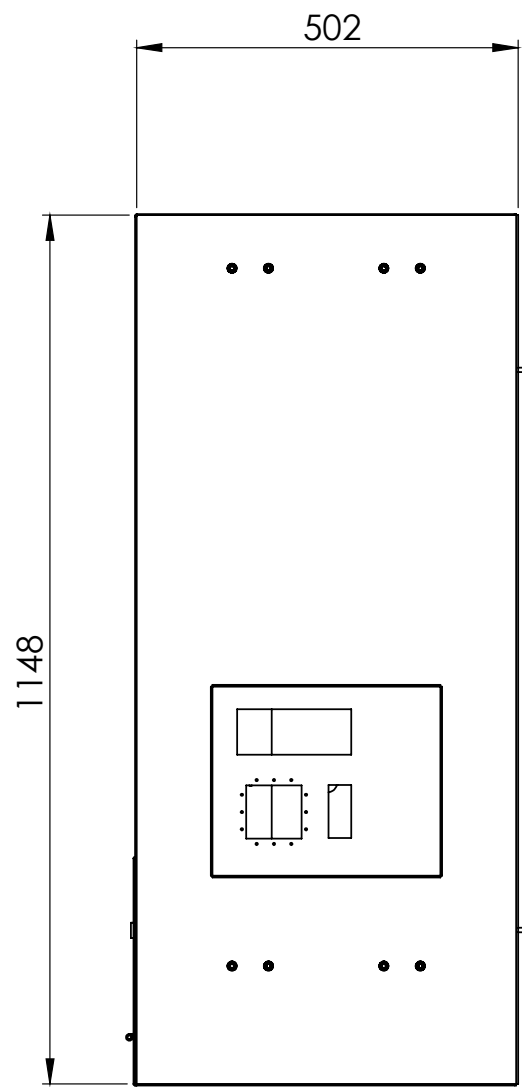
A continuació, es visualitzen tots els plànols necessaris per a la fabricació dels components no normalitzats de l'armari. Primer, un plec de plànols de conjunt; seguidament, els plànols d'especejament on s'hi detalla cada peça en concret.

- i. Plànols de conjunt
- ii. Cos de l'estructura
- iii. Guia
- iv. Caixa exterior
- v. Porta
- vi. Reixa panell
- vii. Reixa paret
- viii. Plafó de protecció
- ix. Suport roda
- x. Mànec

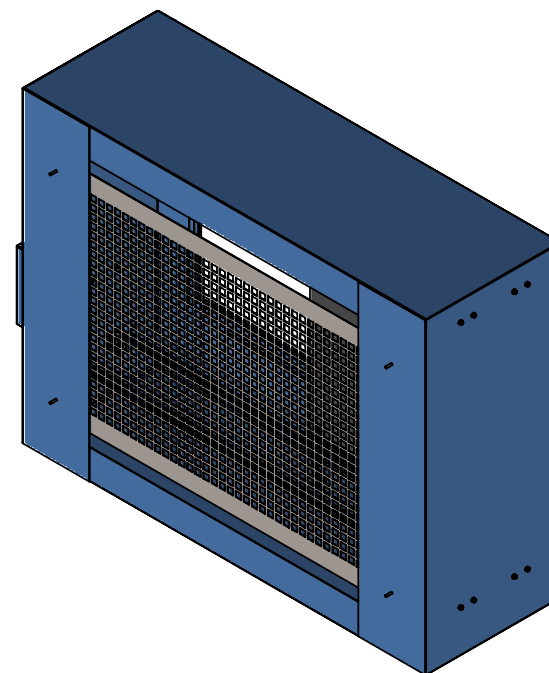
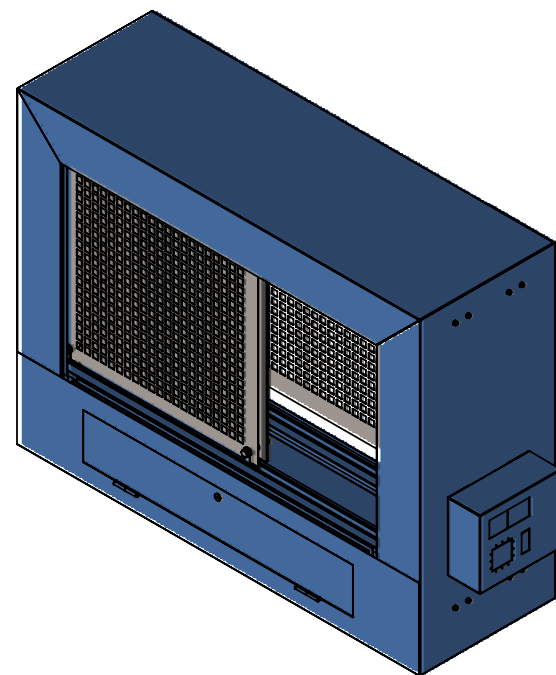
j. Plànols de muntatge

Tanmateix, s'hi adjunten un parell de plecs de plànols de l'estructura i del panell, respectivament. S'especifica, pas per pas, i mitjançant vistes esclatades, tot el procés de muntatge de l'armari.

- i. Muntatge de l'estructura
- ii. Muntatge del panell






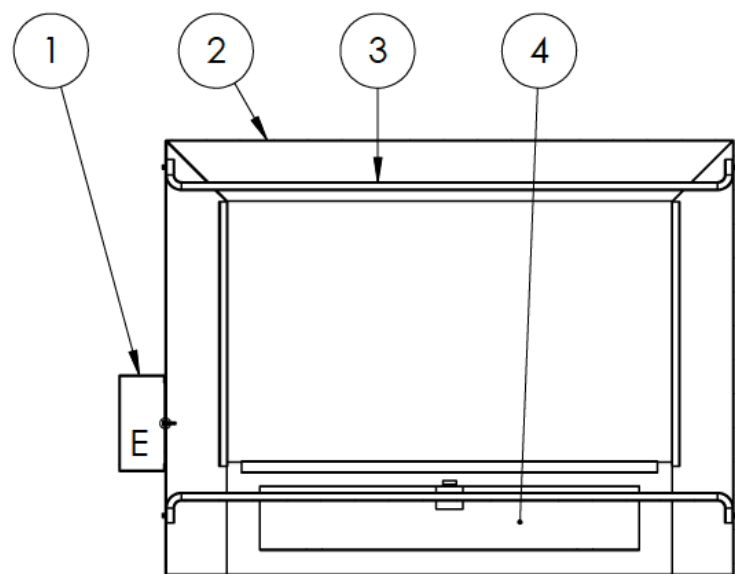
SECTION A-A
SCALE 1 : 10



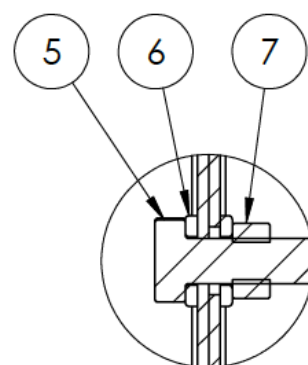
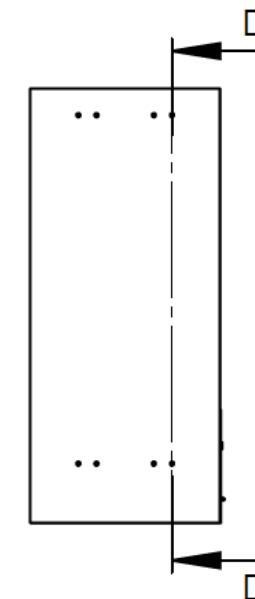
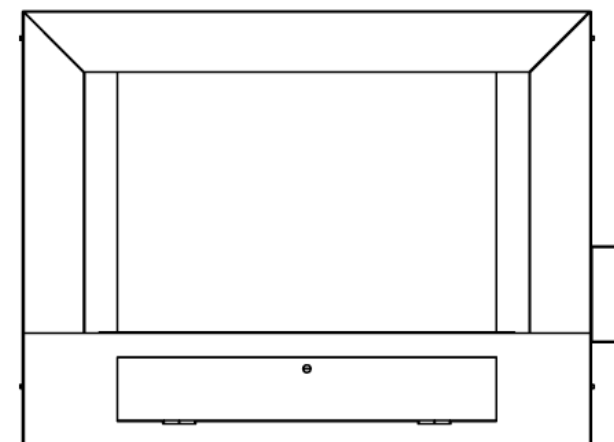
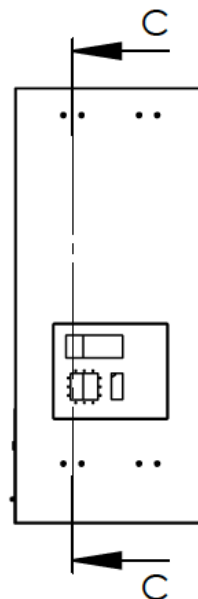
Nº	DESCRIPCIÓ	Q
1	CONJUNT ESTRUCTURA	1
2	CONJUNT PANELL	1(+1)*

* AL CONJUNT TOTAL NOMÉS S'HI REPRESENTA UN PANELL.
CAPACITAT TOTAL PER A DOS PANELLS

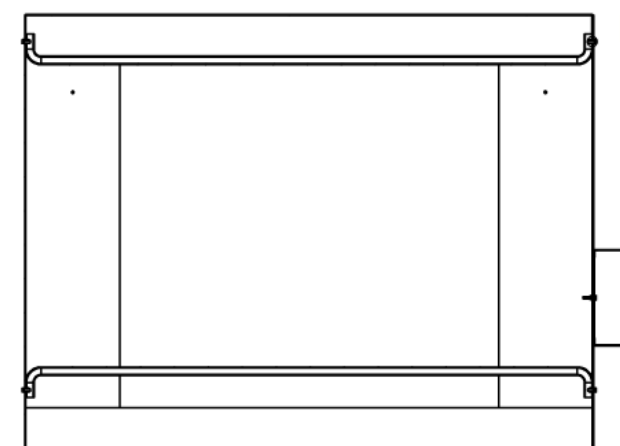
MATERIAL MATERIAL			MODIFICACIÓN MODIFICATION								
ACABADO FINISH											
PESO WEIGHT		kg.			CANTIDAD QUANTITY		EDICIÓN EDITION	FECHA DATE	REALIZADO MADE	CAMBIO CHANGE	
	FECHA DATE	NOMBRE NAME	PROYECCIÓN PROJECTION	UNIDADES UNITS	FORMATO FORMAT	ESCALA SCALE	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD: ISO 2768-				
DIBUJADO DRAWN	N.SALVO	10/2018		mm	A3	1:20	TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD: ISO 13920-				
COMPROBADO CHECKED	A.BIOSCA	10/2018					SUAVIZAR ARISTAS REMOVE SHARP EDGES		COTAS DE CONTROL CONTROL DIMENSIONS	XXX	EDICIÓN EDITION
  <div>Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Vilanova i la Geltrú</div> <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div>			PLÀNOL DE CONJUNT					Nº PLANO DRAWING Nº			
								FICHERO FILE			
								HOJA SHEET	1	DE OF	3



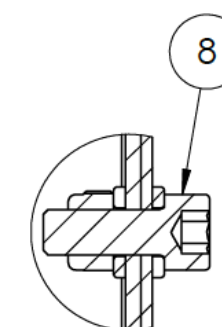
SECTION C-C



DETAIL E
SCALE 1 : 1






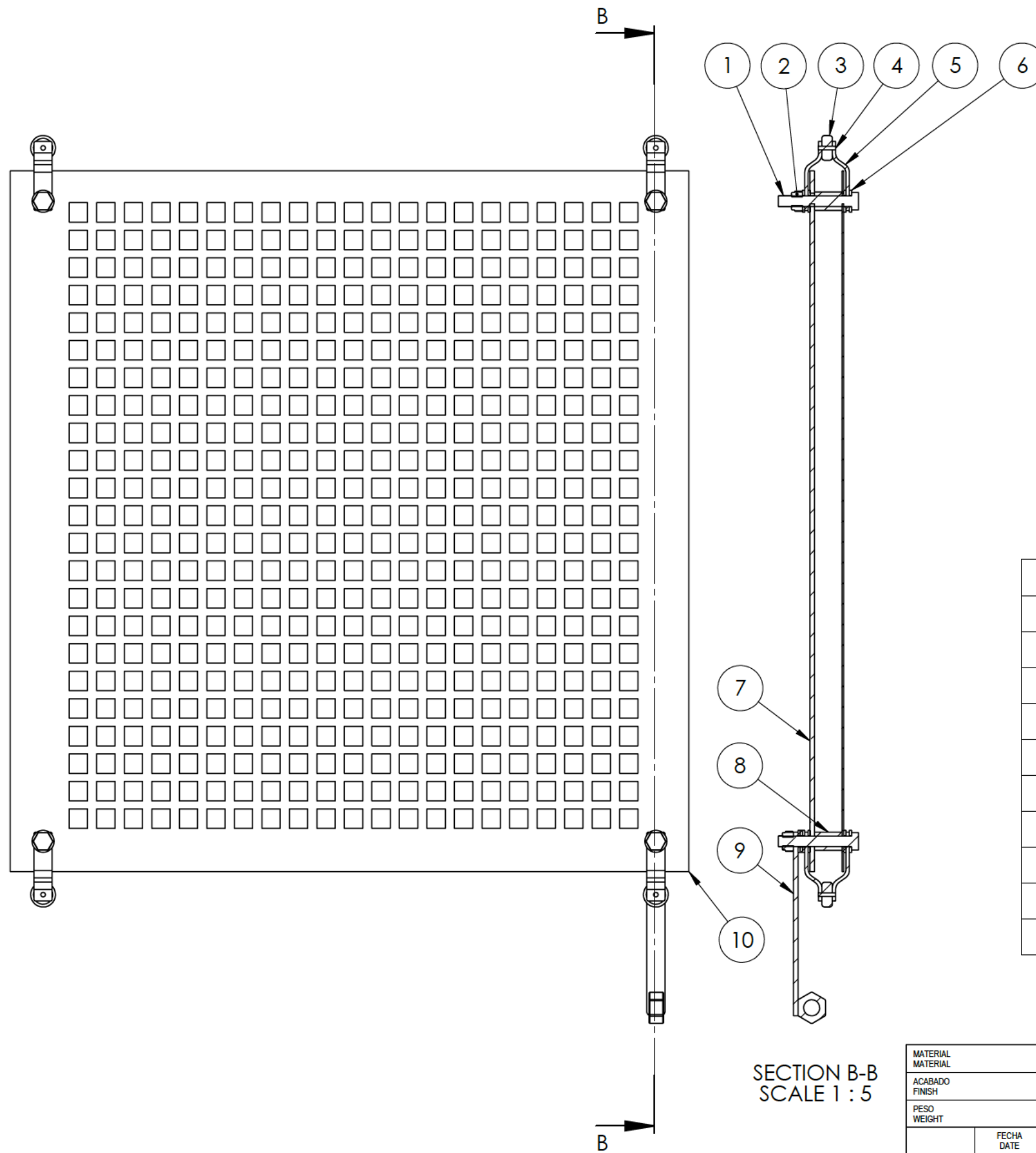
SECTION D-D






DETAIL F
SCALE 1 : 1

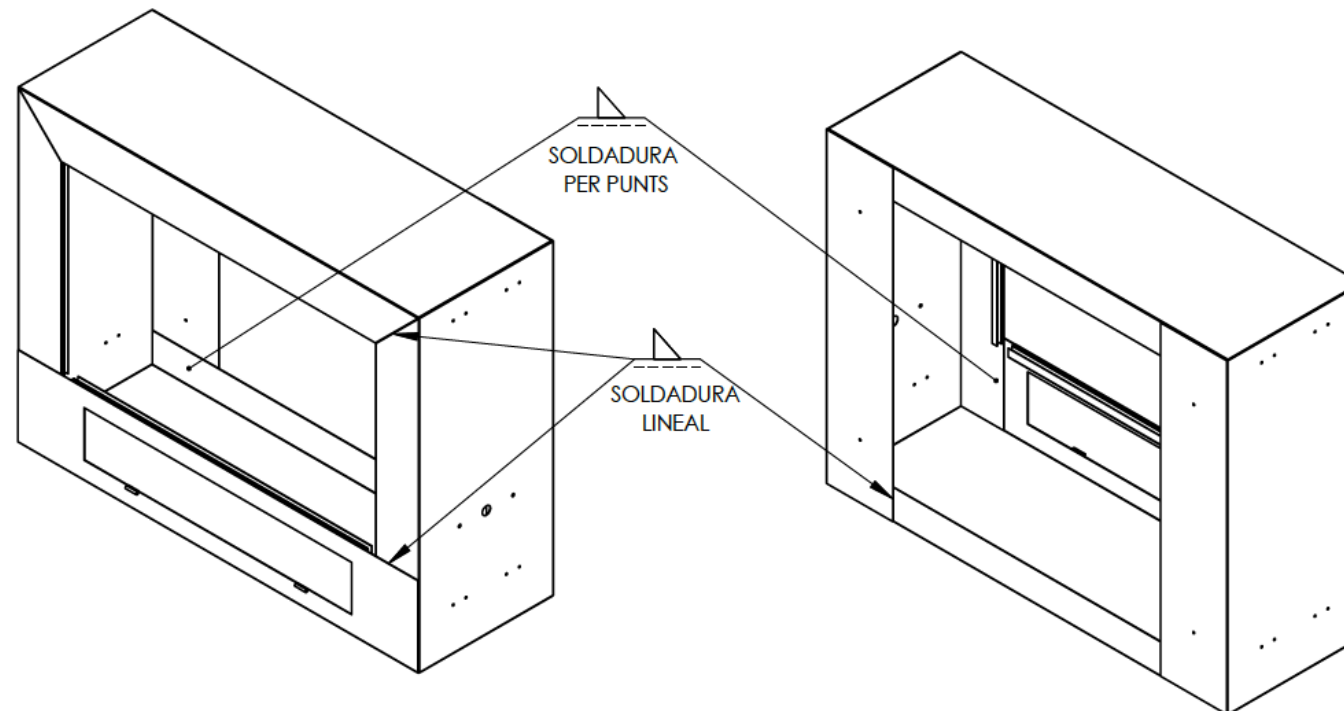
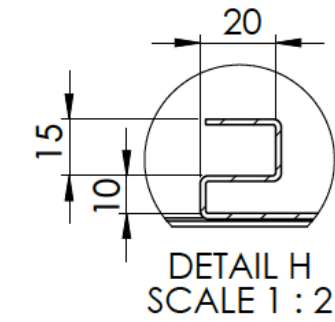
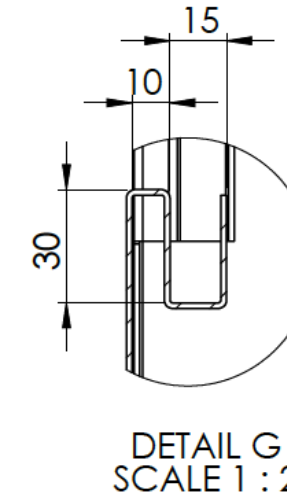
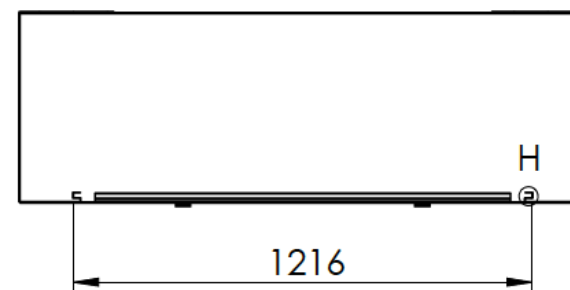
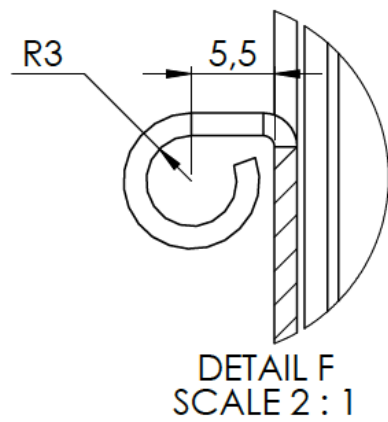
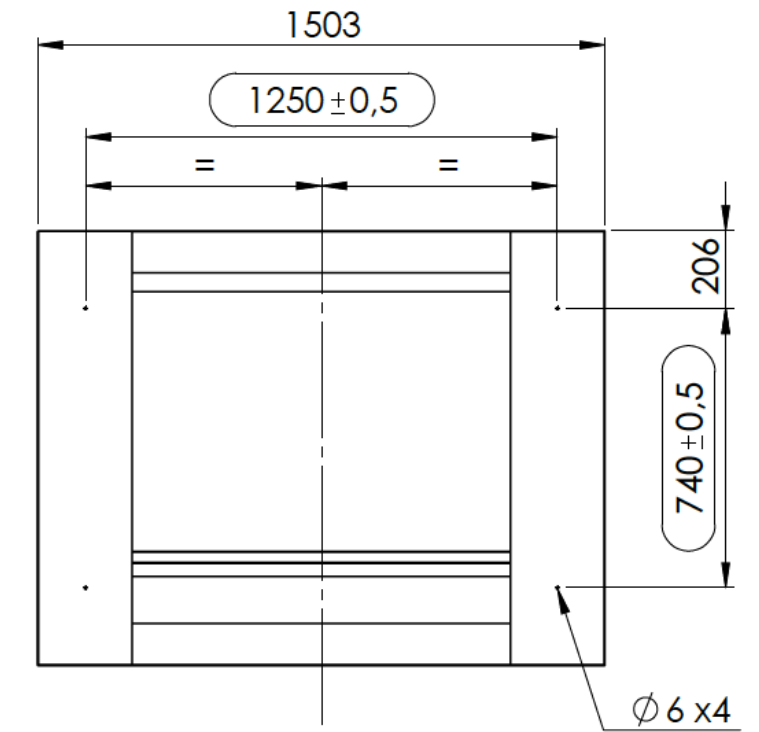
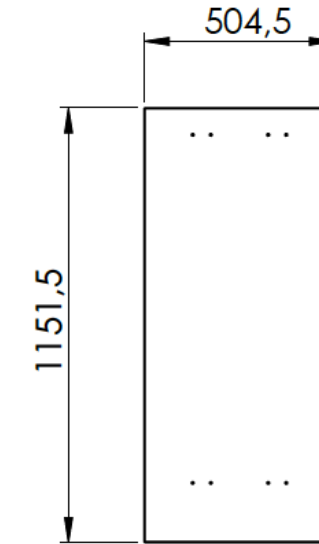
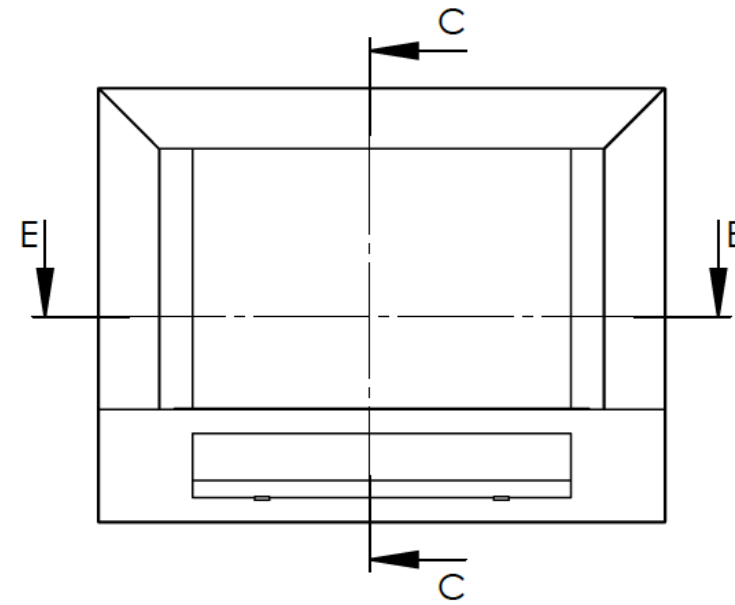
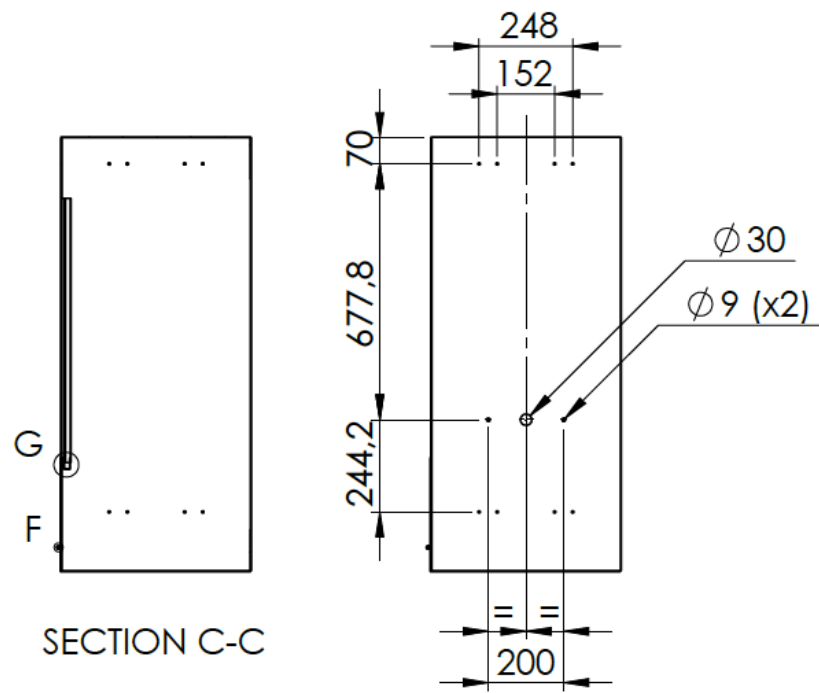
Nº	DESCRIPCIÓ	Q
1	CAIXA EXTERIOR	1
2	COS ESTRUCTURA	1
3	GUIA	4
4	PORTA	1
5	CARGOL ALLEN M6X12	2
6	ARANDELA PLANA M6	36
7	FAMELLA AUTOBLOCANT M6	18
8	CARGOL ALLEN M6X12	2

MATERIAL MATERIAL				MODIFICACIÓ MODIFICATION					
ACABADO FINISH									
PESO WEIGHT		kg.	CANTIDAD QUANTITY			EDICIÓ EDITION	FECHA DATE	REALIZADO MADE	CAMBIO CHANGE
	FECHA DATE	NOMBRE NAME	PROYECCIÓ PROJECTION	UNIDADES UNITS	FORMATO FORMAT	ESCALA SCALE	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD:		ISO 2768-
DIBUJADO DRAWN	N.SALVO	10/2018		mm	A3	1:20	TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD:		ISO 13920-
COMPROBADO CHECKED	A.BIOSCA	10/2018					SUAVIZAR ARISTAS REMOVE SHARP EDGES	COTAS DE CONTROL CONTROL DIMENSIONS	<div>XXX</div>
<div><div>Escuela Politécnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú</div></div> <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div>			<div>PLÀNOL DE CONJUNT</div> <div>CONJUNT ESTRUCTURA</div>						Nº PLANO DRAWING Nº
									FICHERO FILE
									HOJA SHEET






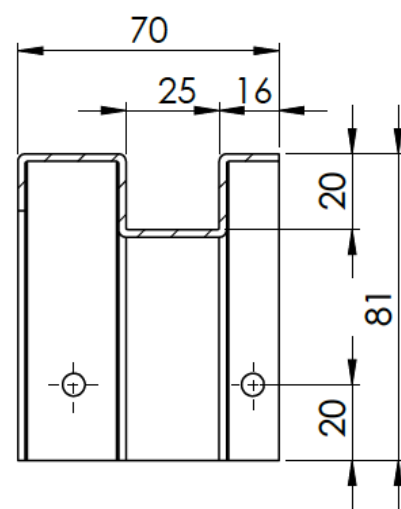
Nº	DESCRIPCIÓ	Q
1	CARGOL HEXAGONAL M12X80	4
2	FAMELLA HEXAGONAL M12	4
3	RODA	4
4	PASSADOR	4
5	SUPORT RODA	8
6	ARANDELA PLANA M12	18
7	PLAFÓ DE PROTECCIÓ	1
8	SEPARADOR	4
9	MÀNEC	1
10	REIXA DEL PANELL	1

MATERIAL MATERIAL			MODIFICACION MODIFICATION						
ACABADO FINISH									
PESO WEIGHT		kg.		CANTIDAD QUANTITY					
	FECHA DATE	NOMBRE NAME	PROYECCIÓN PROJECTION	UNIDADES UNITS	FORMATO FORMAT	ESCALA SCALE	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD: ISO 2768-		
DIBUJADO DRAWN	N.SALVO	10/2018		mm	A3	1:5	TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD: ISO 13920-		
COMPROBADO CHECKED	A.BIOSCA	10/2018					SUAVIZAR ARISTAS REMOVE SHARP EDGES	COTAS DE CONTROL CONTROL DIMENSIONS	XXX
<div><div>Escuela Politécnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú</div><div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div></div> <div>PLÀNOL DE CONJUNT CONJUNT PANELL</div>							Nº PLANO DRAWING Nº		
							FICHERO FILE		
							HOJA SHEET	3	DE OF

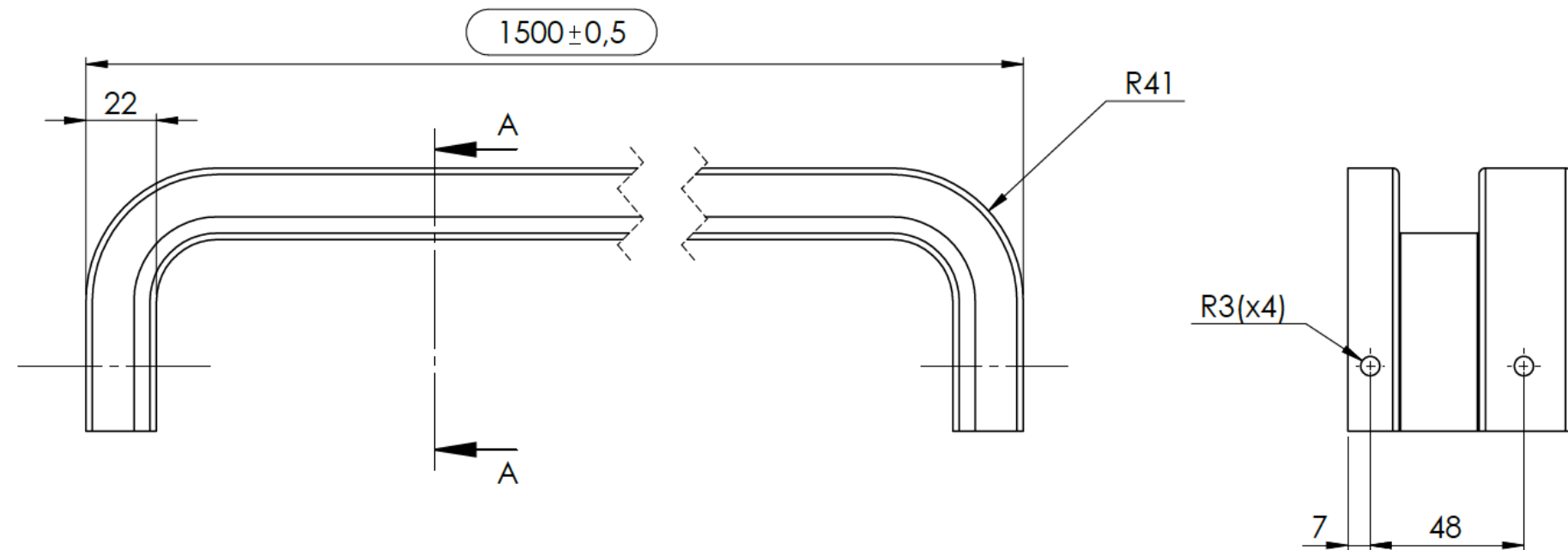


MATERIAL	PLANXA 1mm D'ACER						MODIFICACIÓ				
ACABADO	Imprimació + pintura martelle blava						EDICIÓ				
PESO	kg.						FECHA				
WEIGHT	CANTIDAD						DATE				
	QUANTITY						REALIZADO				
	NOMBRE						MADE				
	PROYECCIÓN						CAMBIO				
	UNIDADES						CHANGE				
	FORMATO						TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA:				
	ESCALA						GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD:				
	mm						ISO 2768-				
DIBUJADO	9/2018						TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA:				
DRAWN	N.SALVO						GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD:				
COMPROBADO	9/2018						ISO 13920-				
CHECKED	A.BIOSCA						SUAVIZAR ARISTAS				
							REMOVE SHARP EDGES				
							COTAS DE CONTROL				
							CONTROL DIMENSIONS				
							XXX				
							EDICIÓ				
							EDITION				
							Nº PLANO				
							DRAWING Nº				
							FICHERO				
							FILE				
							HOJA				
							SHEET				
							1				
							DE				
							OF				
							2				

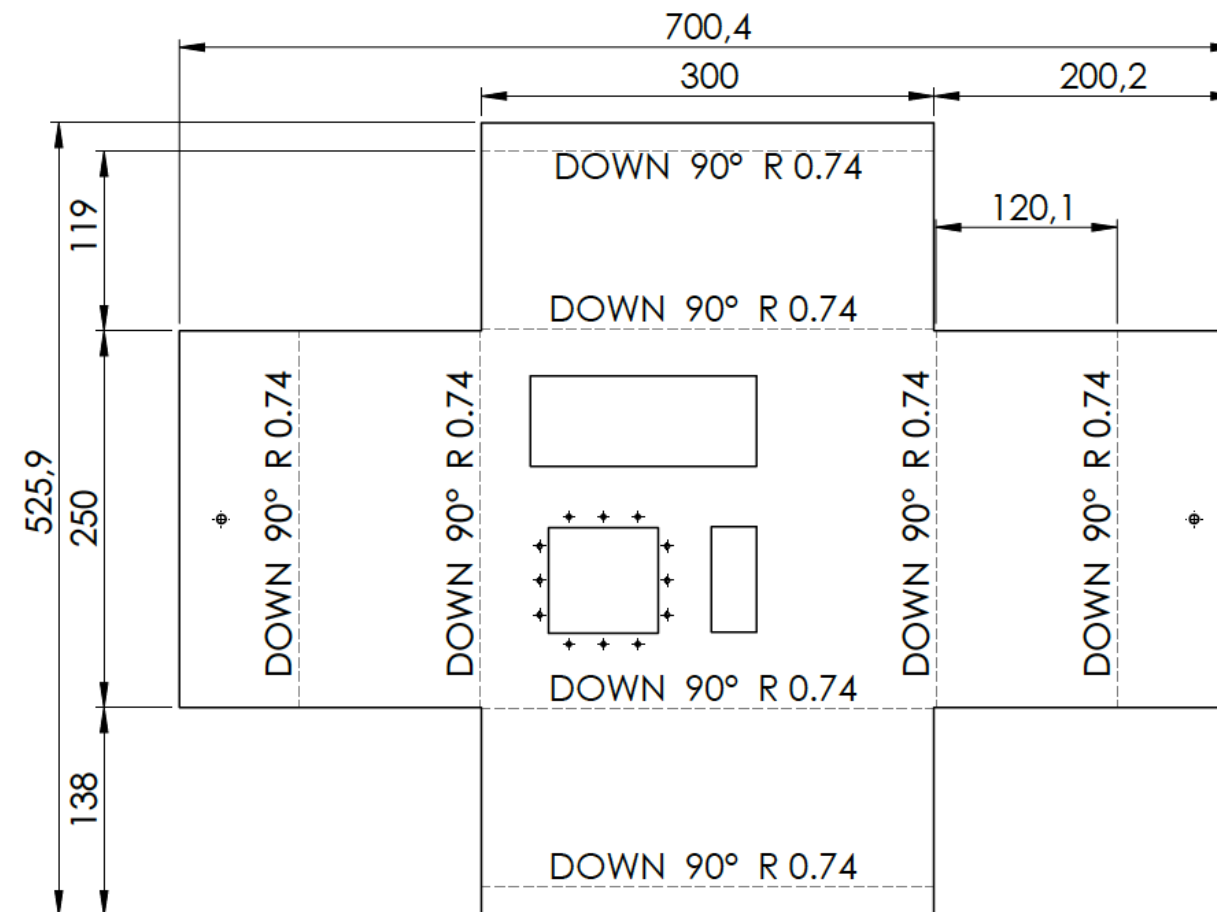
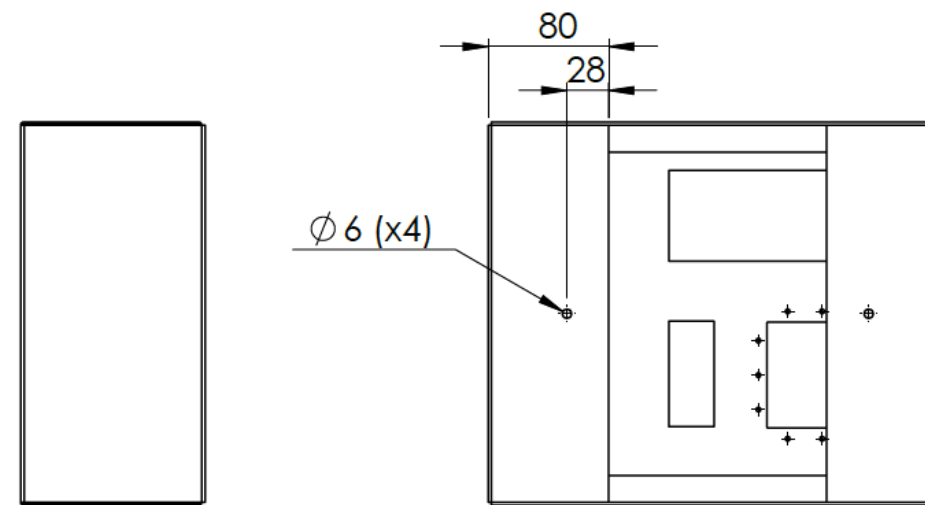
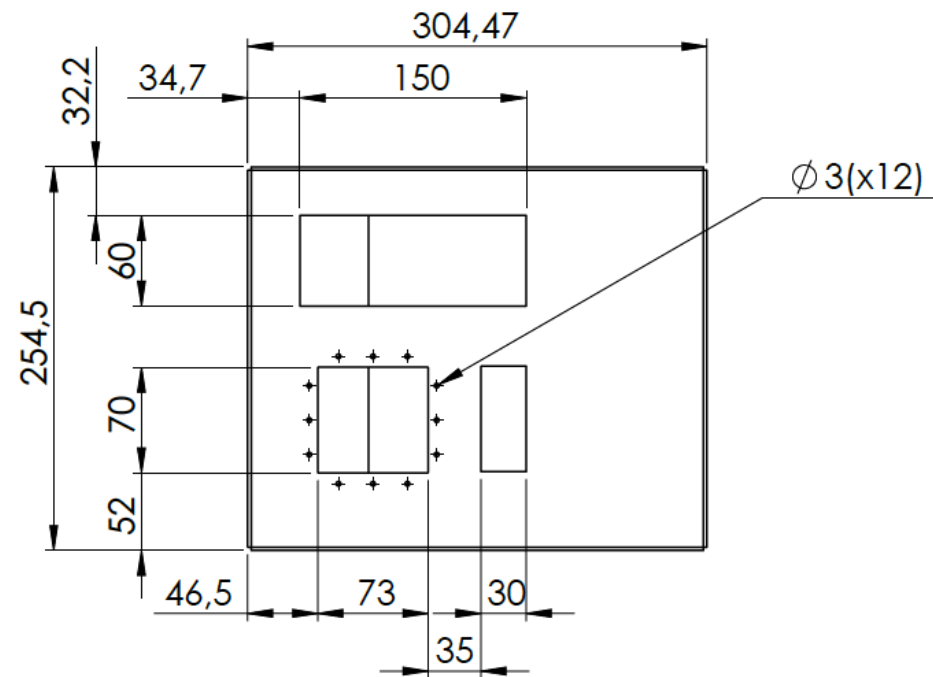
MATERIAL MATERIAL		PLANXA 1mm D'ACER				MODIFICACIÓN MODIFICATION					
ACABADO FINISH											
PESO WEIGHT		kg.	CANTIDAD QUANTITY				EDICIÓN EDITION	FECHA DATE	REALIZADO MADE	CAMBIO CHANGE	
	FECHA DATE	NOMBRE NAME	PROYECCIÓN PROJECTION	UNIDADES UNITS	FORMATO FORMAT	ESCALA SCALE	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD:			ISO 2768-	
DIBUJADO DRAWN	9/2018	N.SALVO		mm	A3	1:20	TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD:			ISO 13920-	
COMPROBADO CHECKED	9/2018	A.BIOSCA					SUAVIZAR ARISTAS REMOVE SHARP EDGES	COTAS DE CONTROL CONTROL DIMENSIONS	XXX	EDICIÓN EDITION	
  <div>Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú</div> <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div>				COS DE L'ESTRUCTURA (DESPLEGAT)						Nº PLANO DRAWING Nº	
										FICHERO FILE	
										HOJA SHEET	2






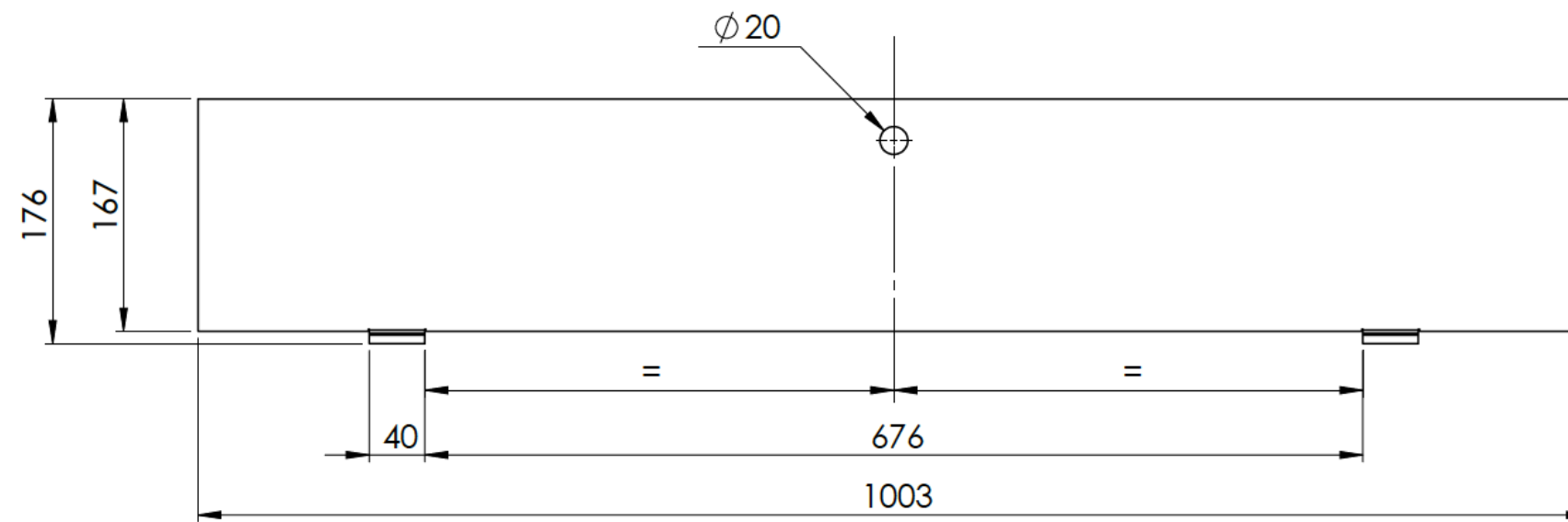
SECTION A-A
SCALE 1 : 2



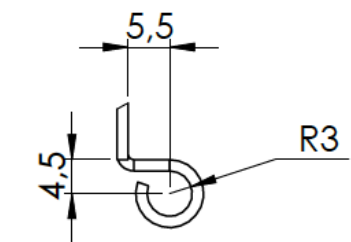
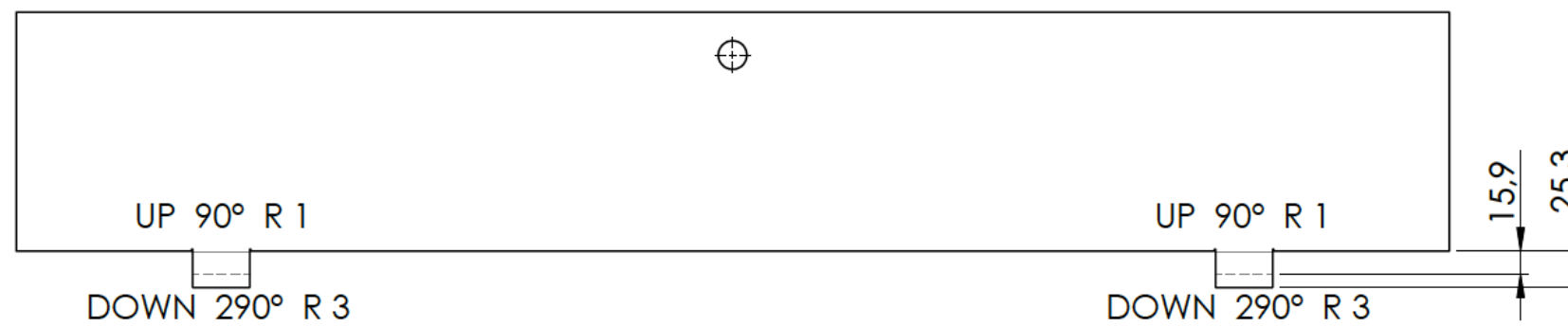
MATERIAL	PLANXA 1mm D'ACER						MODIFICACIÓN				
ACABADO	Imprimació + pintura martele blava						MODIFICACIÓN				
PESO	kg.		CANTIDAD		QUANTITY		EDICIÓN	FECHA	REALIZADO	CAMBIO	
WEIGHT							EDITION	DATE	MADE	CHANGE	
	FECHA	NOMBRE	PROYECCIÓN	UNIDADES	FORMATO	ESCALA	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: ISO 2768-				
	DATE	NAME	PROJECTION	UNITS	FORMAT	SCALE	GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD:				
DIBUJADO	9/2018	N.SALVO		mm	A3	1:2	TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: ISO 13920-				
DRAWN							GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD:				
COMPROBADO	9/2018	A.BIOSCA					SUAVIZAR ARISTAS	COTAS DE CONTROL	XXX	EDICIÓN	
CHECKED							REMOVE SHARP EDGES	CONTROL DIMENSIONS		EDITION	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA						GUIA					Nº PLANO
											DRAWING Nº
											FICHERO
											FILE
											HOJA
											SHEET
											1
											DE
											OF
											1






MATERIAL MATERIAL		XAPA D'ACER 1mm				MODIFICACION MODIFICATION						
ACABADO FINISH												
PESO WEIGHT		kg.	CANTIDAD QUANTITY				EDICIÓN EDITION	FECHA DATE	REALIZADO MADE	CAMBIO CHANGE		
	FECHA DATE	NOMBRE NAME	PROYECCIÓN PROJECTION	UNIDADES UNITS	FORMATO FORMAT	ESCALA SCALE	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD: ISO 2768-					
DIBUJADO DRAWN	N.SALVO	10/2018		mm	A3	1:5	TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD: ISO 13920-					
COMPROBADO CHECKED	A.BIOSCA	10/2018					SUAVIZAR ARISTAS REMOVE SHARP EDGES	COTAS DE CONTROL CONTROL DIMENSIONS	XXX	EDICIÓN EDITION		
  <div>Escuela Politécnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú</div> <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div>			CAIXA EXTERIOR						Nº PLANO DRAWING Nº			
									FICHERO FILE			
									HOJA SHEET	1	DE OF	1



XAPA DESPLEGADA



DETAIL A
SCALE 1 : 1

MATERIAL MATERIAL		Xapa d'Acer d' 1 mm					MODIFICACIÓN MODIFICATION				
ACABADO FINISH											
PESO WEIGHT		kg.	CANTIDAD QUANTITY					EDICIÓN EDITION	FECHA DATE	REALIZADO MADE	CAMBIO CHANGE
	FECHA DATE	NOMBRE NAME	PROYECCIÓN PROJECTION	UNIDADES UNITS	FORMATO FORMAT	ESCALA SCALE	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD: ISO 2768-				
DIBUJADO DRAWN	N.SALVO	10/2018		mm	A3	1:5	TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD: ISO 13920-				
COMPROBADO CHECKED	A.BIOSCA	10/2018					SUAVIZAR ARISTAS REMOVE SHARP EDGES	COTAS DE CONTROL CONTROL DIMENSIONS	XXX	EDICIÓN EDITION	
  <div>Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Vilanova i la Geltrú</div> UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA			PORTA INFERIOR DE L'ESTRUCTURA						Nº PLANO DRAWING Nº		
								FICHERO FILE			
								HOJA SHEET	1	DE OF	1



Escuela Politécnica Superior
de Ingeniería de Vilanova i la Geltrú
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PORTA INFERIOR DE L'ESTRUCTURA

Nº PLANO
DRAWING Nº

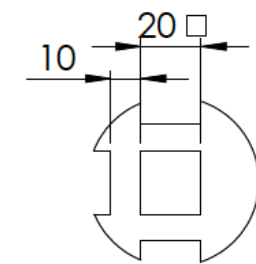
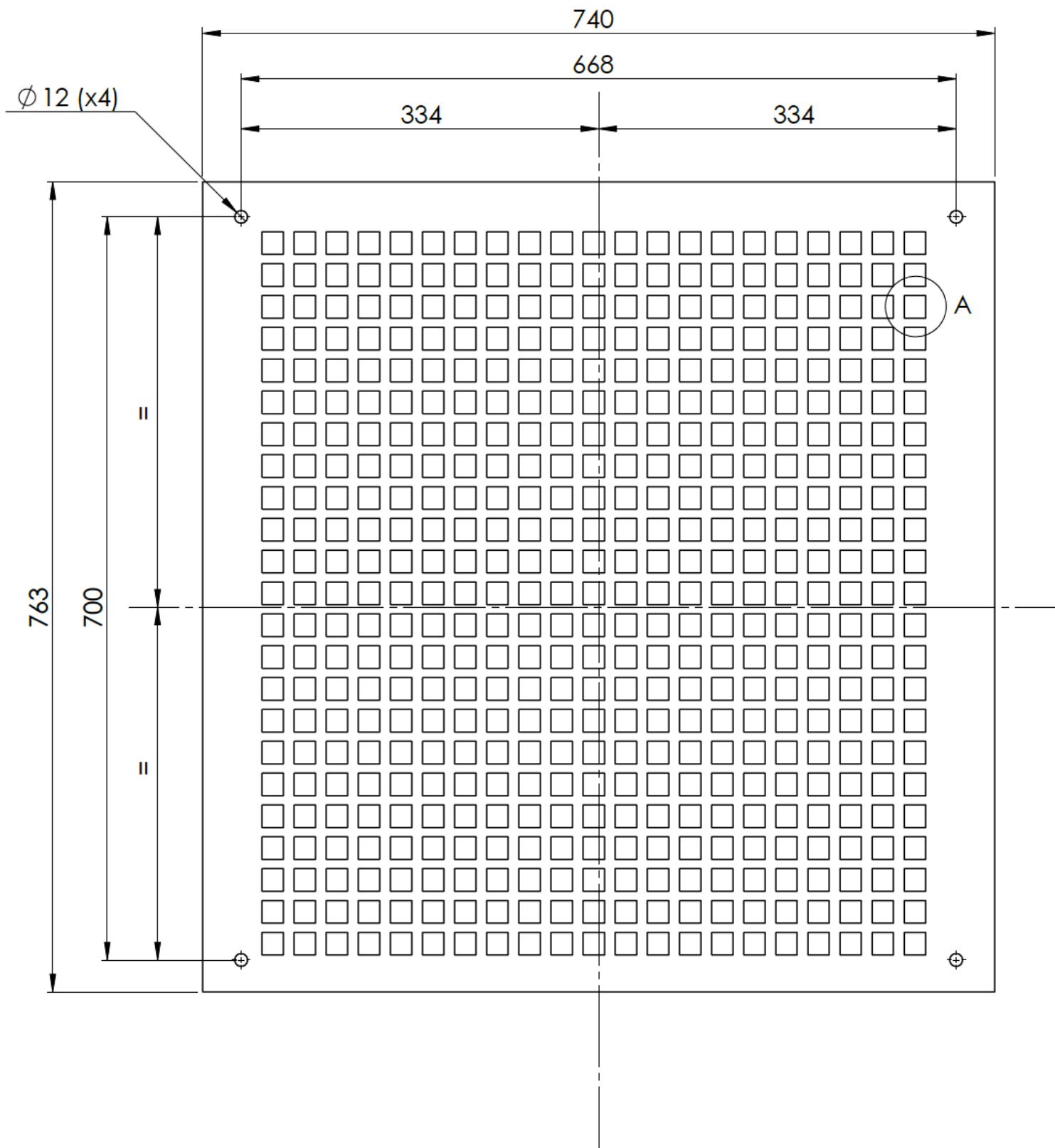
FICHERO
FILE

HOJA
SHEET




1

DE
OF

1



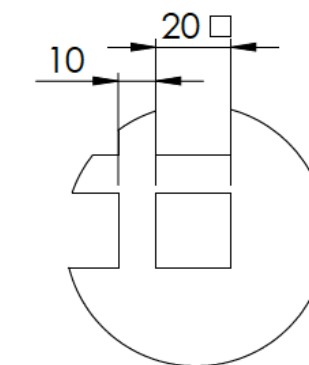
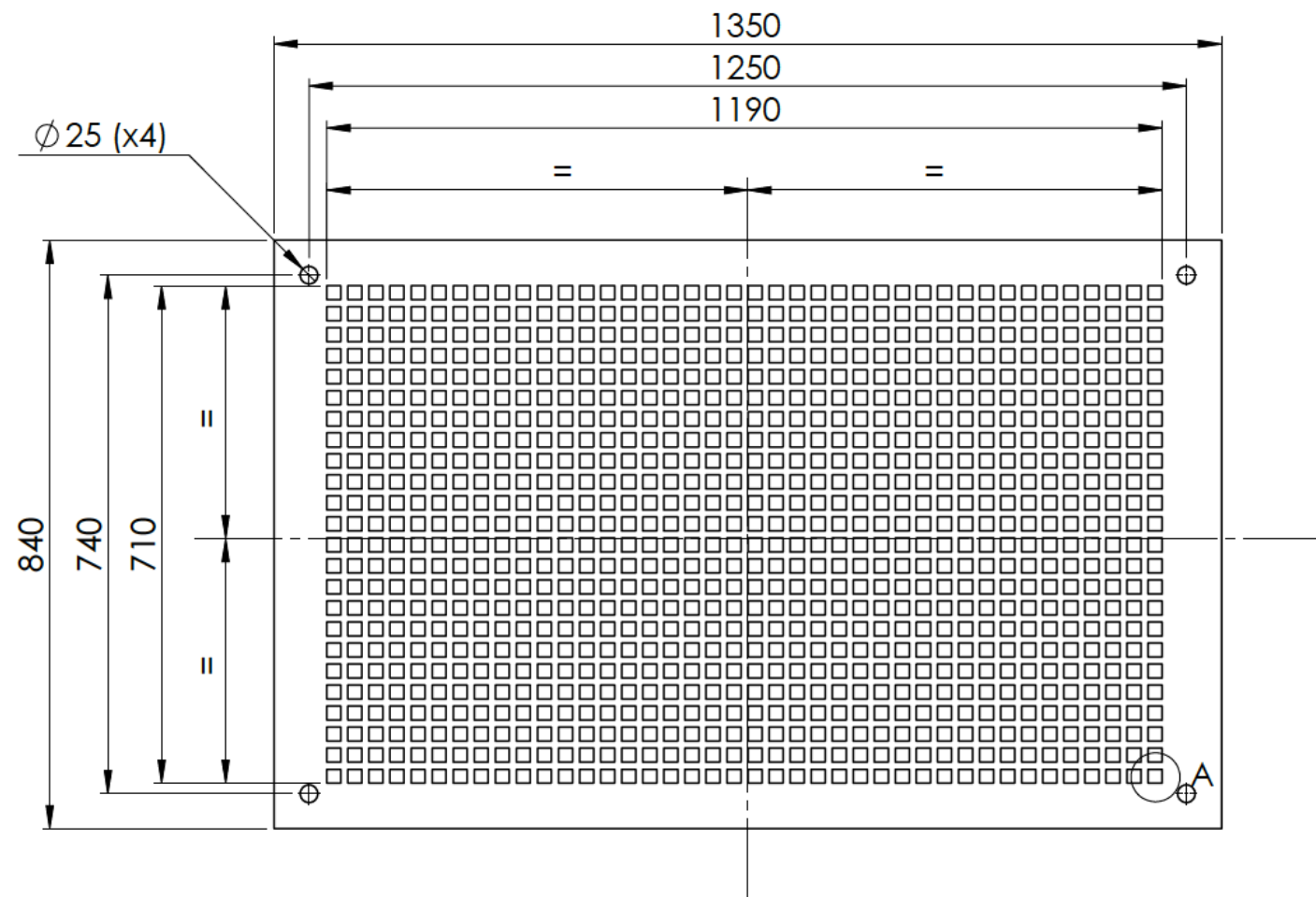
DETAIL A
SCALE 2 : 5

MATERIAL MATERIAL		Xapa d'acer de 2 mm				MODIFICACIÓN MODIFICATION				
ACABADO FINISH										
PESO WEIGHT		kg.	CANTIDAD QUANTITY				EDICIÓ EDITION	FECHA DATE	REALIZADO MADE	CAMBIO CHANGE
	FECHA DATE	NOMBRE NAME	PROYECCIÓN PROJECTION	UNIDADES UNITS	FORMATO FORMAT	ESCALA SCALE	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD: ISO 2768-			
DIBUJADO DRAWN	N.SALVO	10/2018		mm	A3	1:5	TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD: ISO 13920-			
COMPROBADO CHECKED	A.BIOSCA	10/2018					SUAVIZAR ARISTAS REMOVE SHARP EDGES	COTAS DE CONTROL CONTROL DIMENSIONS	<div>XXX</div>	EDICIÓ EDITION
<div></div> <div>Escuela Politécnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú</div> <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div>			REIXA DEL PANELL				Nº PLANO DRAWING Nº			
							FICHERO FILE			
							HOJA SHEET	1	DE OF	1






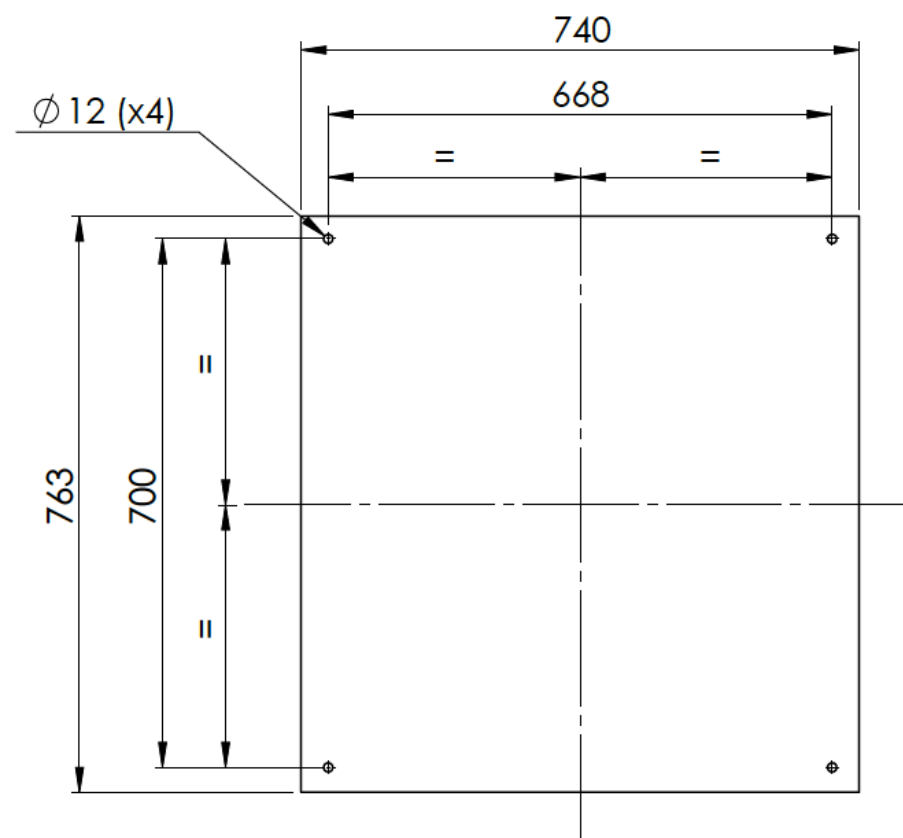
Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA




REIXA DEL PANELL



DETAIL A
SCALE 1 : 2

MATERIAL MATERIAL			Xapa d'Acer de 2 mm			MODIFICACION MODIFICATION				
ACABADO FINISH										
PESO WEIGHT		kg.	CANTIDAD QUANTITY				EDICIÓN EDITION	FECHA DATE	REALIZADO MADE	CAMBIO CHANGE
	FECHA DATE	NOMBRE NAME	PROYECCIÓN PROJECTION	UNIDADES UNITS	FORMATO FORMAT	ESCALA SCALE	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD: ISO 2768-			
DIBUJADO DRAWN	N.SALVO	10/2018		mm	A3	1:10	TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD: ISO 13920-			
COMPROBADO CHECKED	A.BIOSCA	10/2018					SUAVIZAR ARISTAS REMOVE SHARP EDGES		COTAS DE CONTROL CONTROL DIMENSIONS	
  <div>Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Vilanova i la Geltrú</div> UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA			REIXA DE LA PARET						Nº PLANO DRAWING Nº	
									FICHERO FILE	
									HOJA SHEET	1

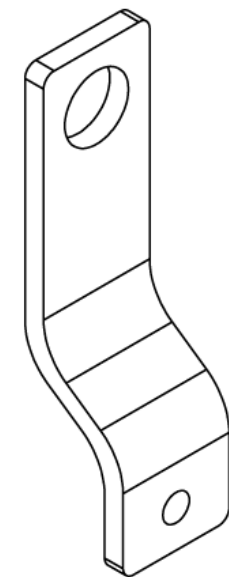
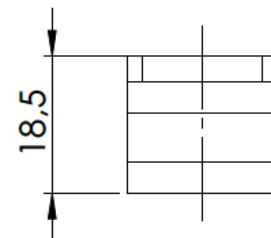
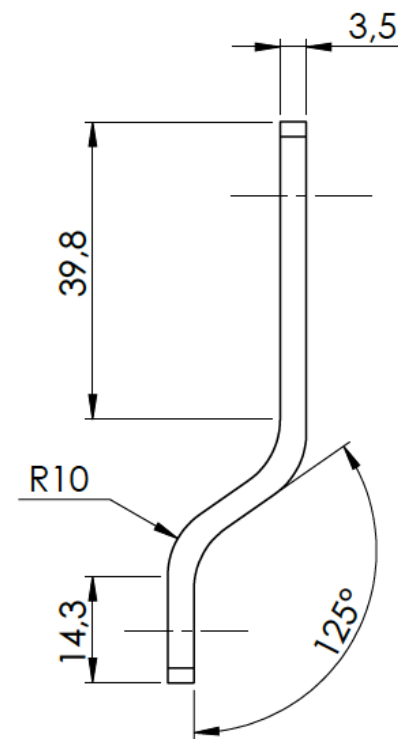
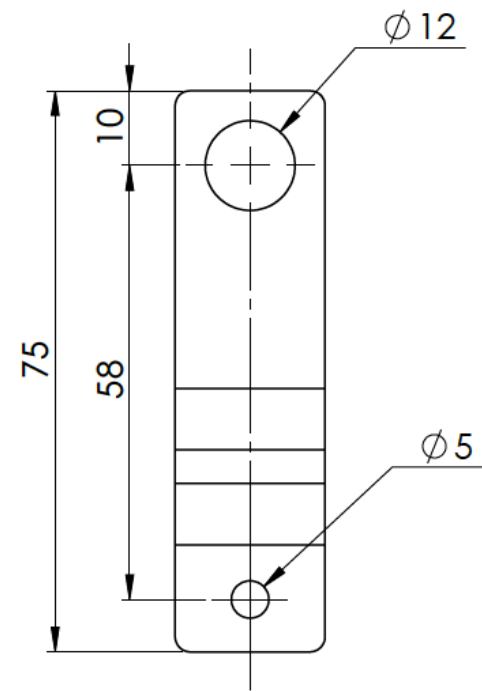





MATERIAL MATERIAL		Plafó de plàstic reciclat PET de 3 mm					MODIFICACION MODIFICATION						
ACABADO FINISH													
PESO WEIGHT		kg.	CANTIDAD QUANTITY					EDICIÓ EDITION	FECHA DATE	REALIZADO MADE	CAMBIO CHANGE		
	FECHA DATE	NOMBRE NAME	PROYECCIÓN PROJECTION	UNIDADES UNITS	FORMATO FORMAT	ESCALA SCALE	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD: ISO 2768-						
DIBUJADO DRAWN	N.SALVO	10/2018		mm	A3	1:10	TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD: ISO 13920-						
COMPROBADO CHECKED	A.BIOSCA	10/2018					SUAVIZAR ARISTAS REMOVE SHARP EDGES					COTAS DE CONTROL CONTROL DIMENSIONS	XXX
  <div>Escuela Politécnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú</div> <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div>			PLAFÓ DE PROTECCIÓ							Nº PLANO DRAWING Nº			
										FICHERO FILE			
										HOJA SHEET	1	DE OF	1

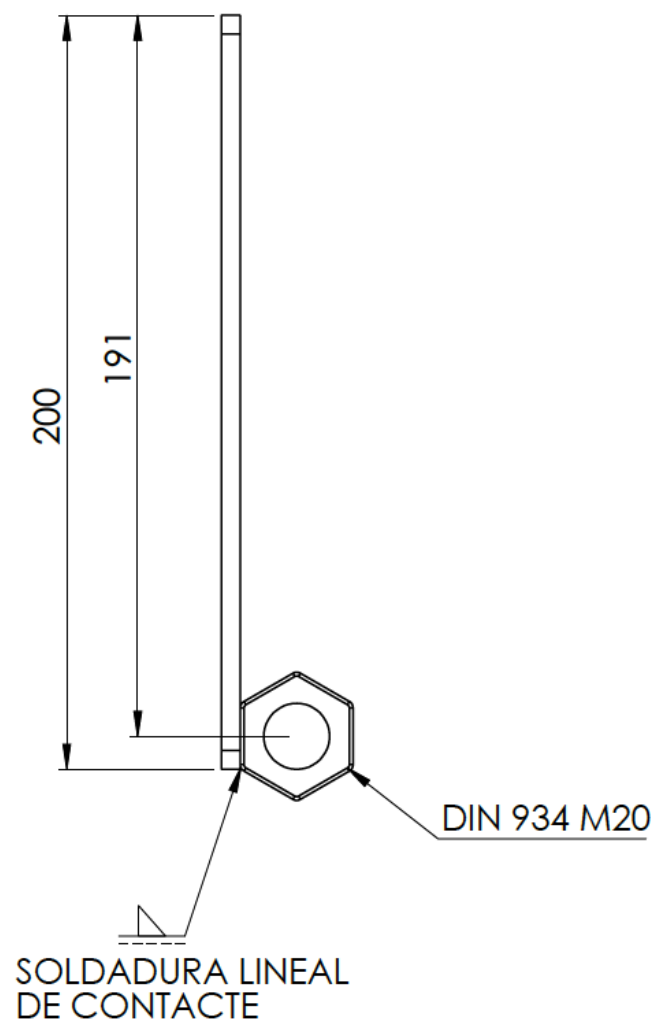
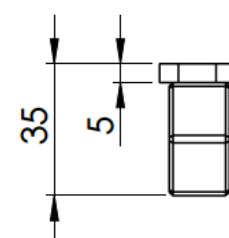
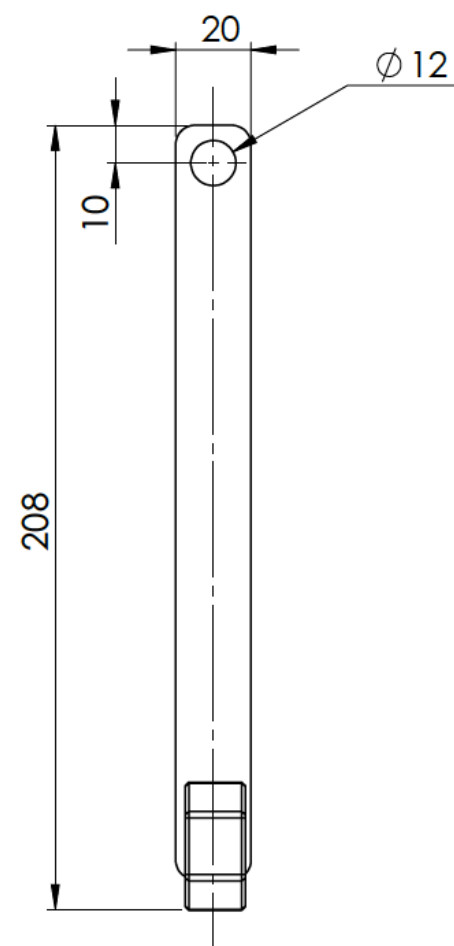


Escuela Politécnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

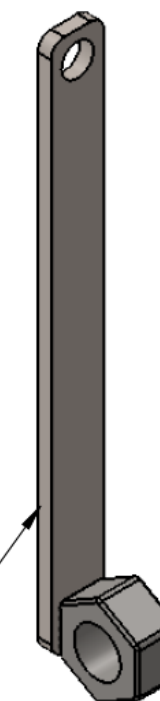
PLAFÓ DE PROTECCIÓ



MATERIAL MATERIAL		Listó d'Acer					MODIFICACION MODIFICATION				
ACABADO FINISH											
PESO WEIGHT		kg.	CANTIDAD QUANTITY					EDICIÓ EDITION	FECHA DATE	REALIZADO MADE	CAMBIO CHANGE
	FECHA DATE	NOMBRE NAME	PROYECCIÓN PROJECTION	UNIDADES UNITS	FORMATO FORMAT	ESCALA SCALE	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD: ISO 2768-				
DIBUJADO DRAWN	N.SALVO	10/2018		mm	A3	1:1	TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD: ISO 13920-				
COMPROBADO CHECKED	A.BIOSCA	10/2018					SUAVIZAR ARISTAS REMOVE SHARP EDGES	COTAS DE CONTROL CONTROL DIMENSIONS	XXX	EDICIÓ EDITION	
  Escola Politécnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA			SUPORT DE LES RODES							Nº PLANO DRAWING Nº	
										FICHERO FILE	
			HOJA SHEET		1	DE OF		1			



NOTA: ARESTES SUAVITZADES



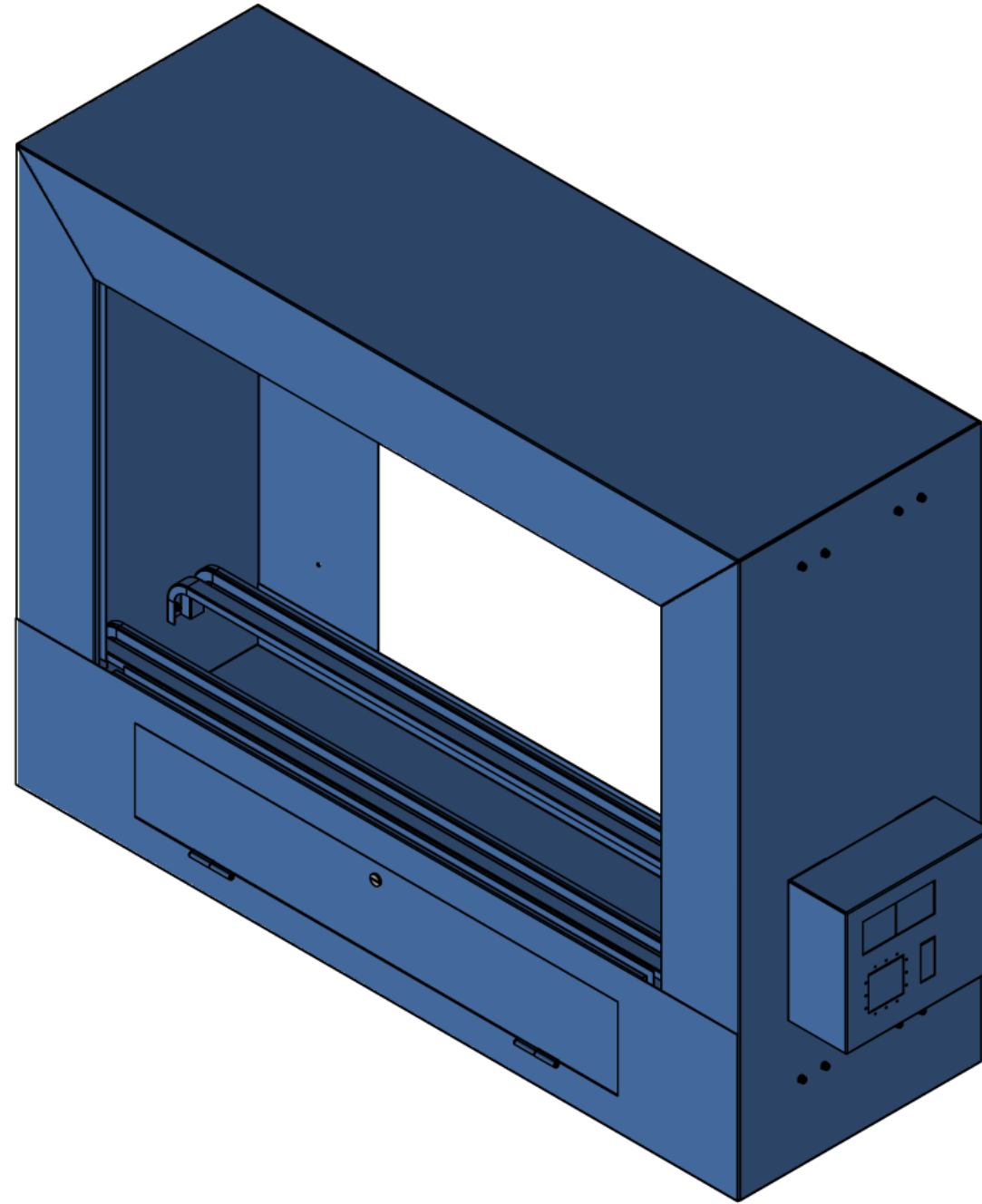
MATERIAL Llistó d'acer		MODIFICACIÓN MODIFICATION							
ACABADO FINISH									
PESO WEIGHT		kg.		CANTIDAD QUANTITY		EDICIÓN EDITION		FECHA DATE	
DIBUJADO DRAWN		N.SALVO		10/2018		TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD:		ISO 2768-	
COMPROBADO CHECKED		A.BIOSCA		10/2018		TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD:		ISO 13920-	
						SUAVIZAR ARISTAS REMOVE SHARP EDGES		COTAS DE CONTROL CONTROL DIMENSIONS	
								EDICIÓN EDITION	
								Nº PLANO DRAWING Nº	
								FICHERO FILE	
								HOJA SHEET	
								1	
								DE OF	
								1	






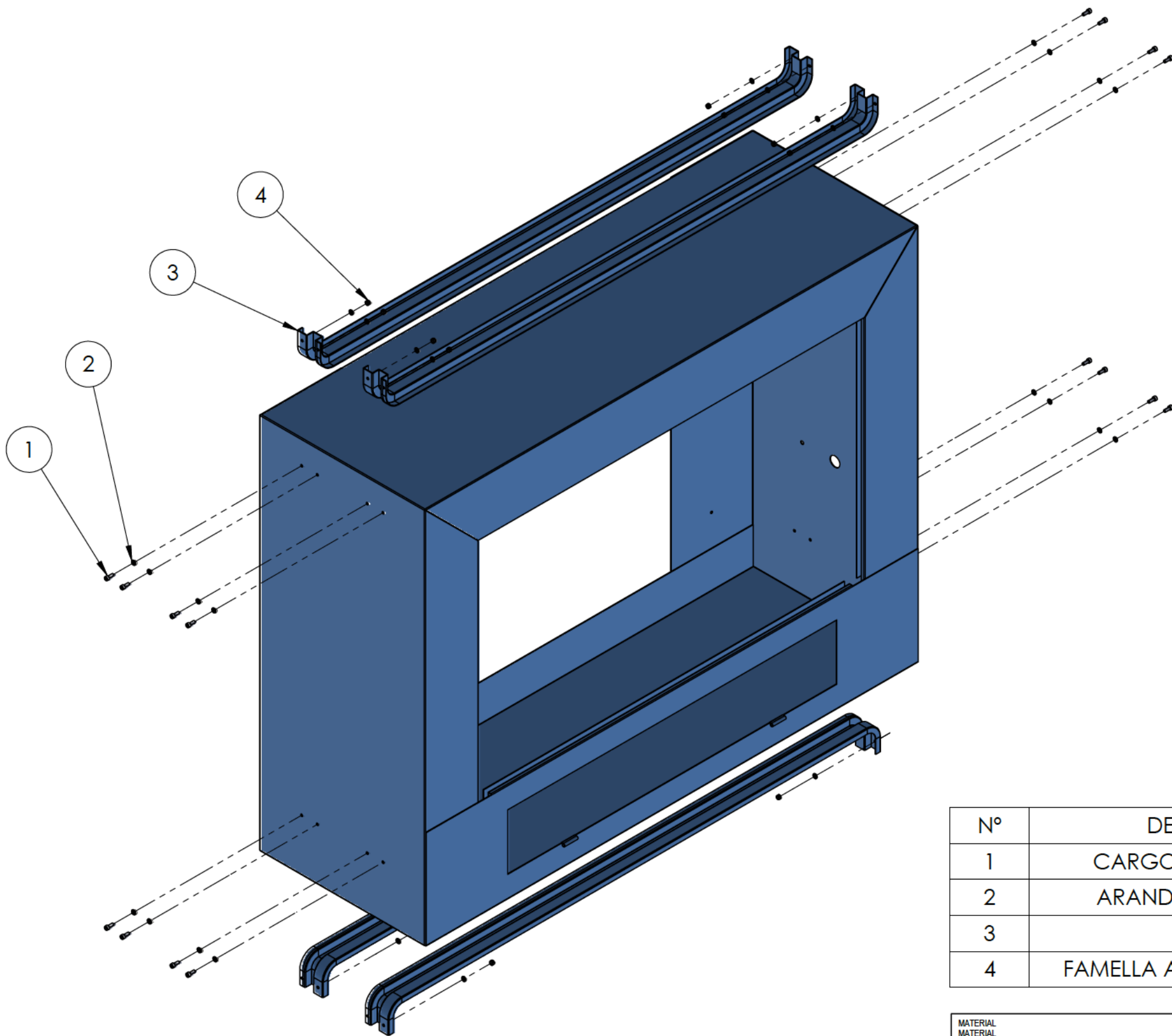
Escuela Politécnica Superior
de Ingeniería de Vilanova i la Geltrú
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

MÀNEC




1 DE 1

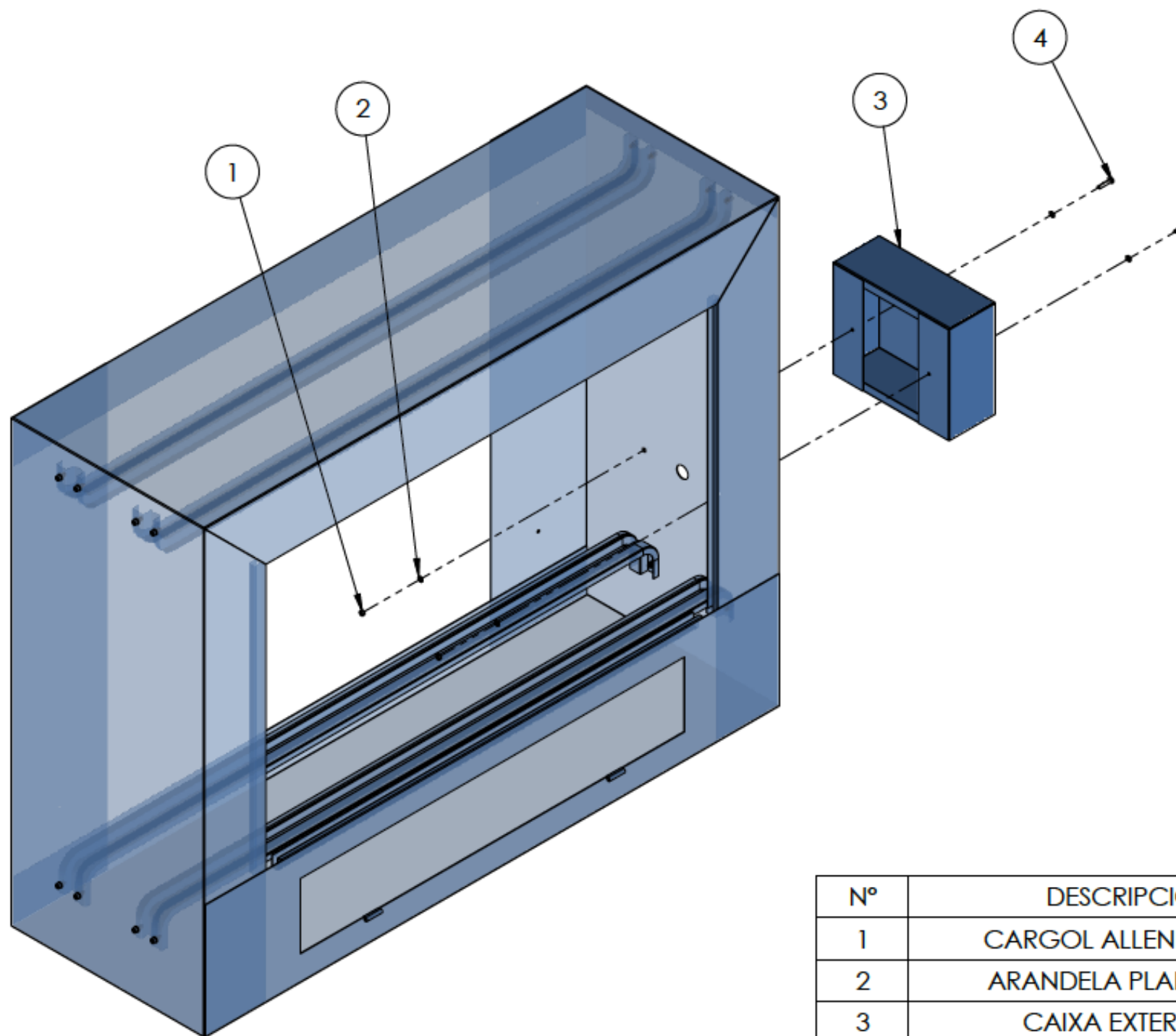


MATERIAL MATERIAL			MODIFICACIÓN MODIFICATION									
ACABADO FINISH												
PESO WEIGHT		kg.	CANTIDAD QUANTITY		EDICIÓN EDITION	FECHA DATE	REALIZADO MADE	CAMBIO CHANGE				
	FECHA DATE	NOMBRE NAME	PROYECCIÓN PROJECTION	UNIDADES UNITS	FORMATO FORMAT	ESCALA SCALE	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD: ISO 2768-					
DIBUJADO DRAWN	N. SALVO	10/2018		mm	A3	-	TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD: ISO 13920-					
COMPROBADO CHECKED	A. BIOSCA	10/2018					SUAVIZAR ARISTAS REMOVE SHARP EDGES	COTAS DE CONTROL CONTROL DIMENSIONS	<div>XXX</div>	EDICIÓN EDITION		
<div><div></div><div>Escuela Politécnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú</div><div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div></div>			PLÀNOL DE MUNTATGE ESTRUCTURA						Nº PLANO DRAWING Nº			
									FICHERO FILE			
									HOJA SHEET	1	DE OF	4




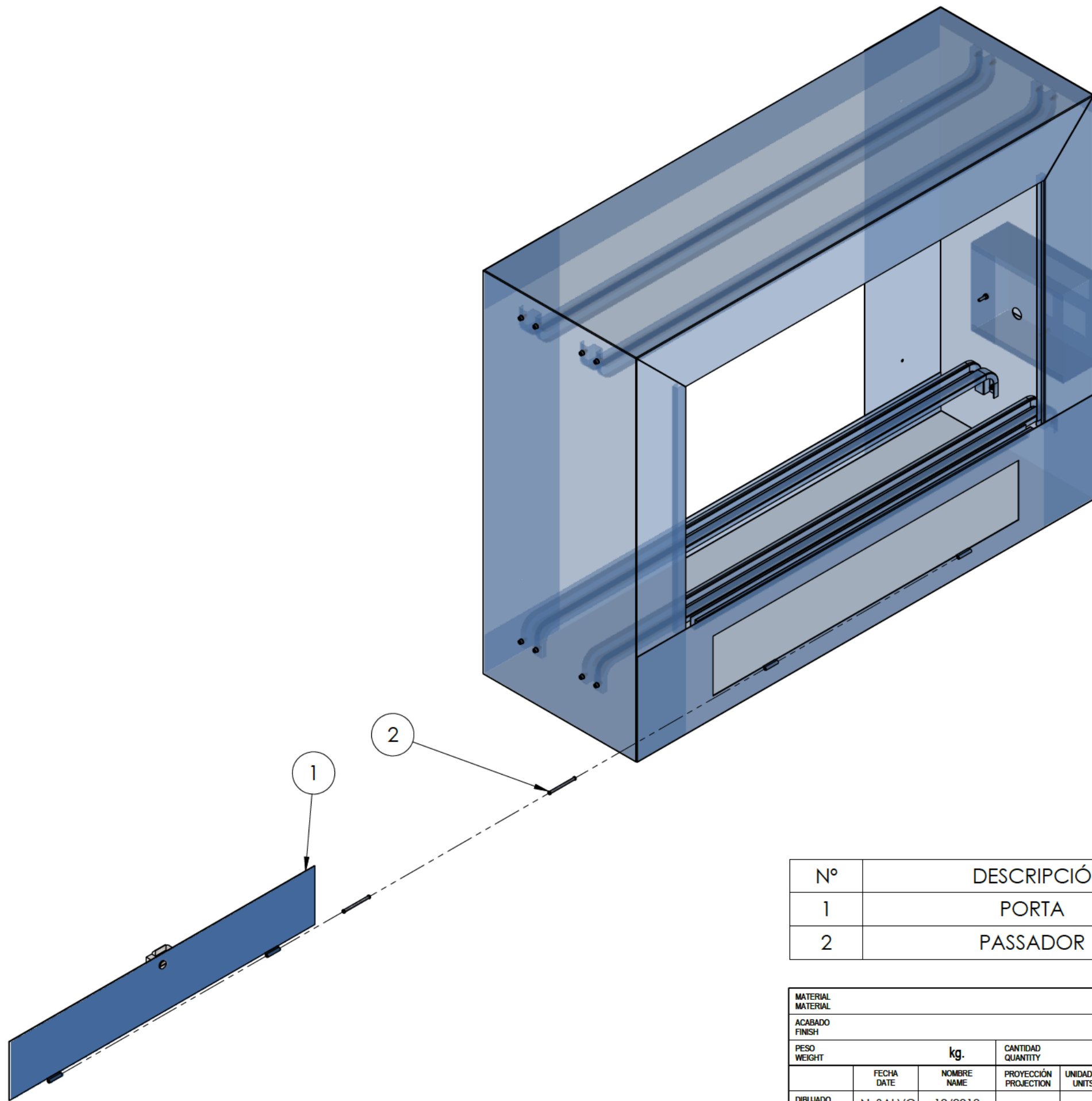
Nº	DESCRIPCIÓ	Q	MATERIAL / NORMATIVA
1	CARGOL ALLEN M6x16	16	DIN 912
2	ARANDELA PLANA M6	32	DIN 125
3	GUIA	4	-
4	FAMELLA AUTOBLOCANT M6	16	DIN 985

MATERIAL MATERIAL				MODIFICACIÓN MODIFICATION							
ACABADO FINISH											
PESO WEIGHT		kg.	CANTIDAD QUANTITY		EDICIÓ EDITION	FECHA DATE	REALIZADO MADE	CAMBIO CHANGE			
	FECHA DATE	NOMBRE NAME	PROYECCIÓN PROJECTION	UNIDADES UNITS	FORMATO FORMAT	ESCALA SCALE	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD: ISO 2768-				
DIBUJADO DRAWN	N. SALVO	10/2018		mm	A3	-	TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD: ISO 13920-				
COMPROBADO CHECKED	A. BIOSCA	10/2018					SUAVIZAR ARISTAS REMOVE SHARP EDGES	COTAS DE CONTROL CONTROL DIMENSIONS	<div>XXX</div>	EDICIÓ EDITION	
<div></div> <div>Escola Politécnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú</div> <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div>			PLÀNOL DE MUNTATGE 1º PAS - GUIES					Nº PLANO DRAWING Nº			
								FICHERO FILE			
								HOJA SHEET	2	DE OF	4







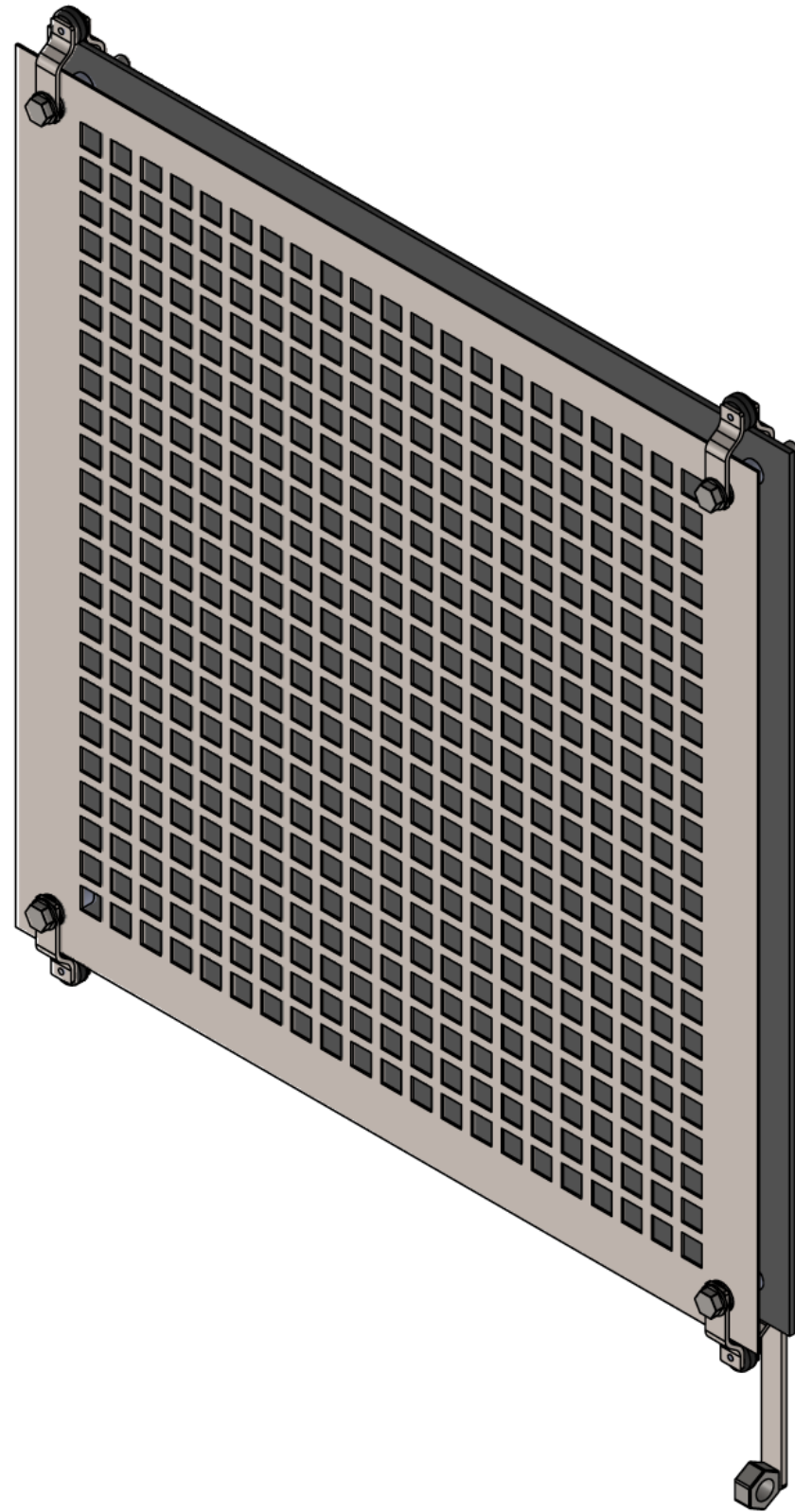
Nº	DESCRIPCIÓ	Q	MATERIAL / NORMATIVA
1	CARGOL ALLEN M6x12	2	DIN 912
2	ARANDELA PLANA M6	4	DIN 125
3	CAIXA EXTERIOR	1	-
4	FAMELLA AUTOBLOCANT M6	2	DIN 985




MATERIAL MATERIAL				MODIFICACIÓN MODIFICATION				
ACABADO FINISH								
PESO WEIGHT		kg.	CANTIDAD QUANTITY		EDICIÓN EDITION	FECHA DATE	REALIZADO MADE	CAMBIO CHANGE
	FECHA DATE	NOMBRE NAME	PROYECCIÓN PROJECTION	UNIDADES UNITS	FORMATO FORMAT	ESCALA SCALE	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD: ISO 2768-	
DIBUJADO DRAWN	N. SALVO	10/2018		mm	A3	-	TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD: ISO 13020-	
COMPROBADO CHECKED	A. BIOSCA	10/2018					SUAVIZAR ARISTAS REMOVE SHARP EDGES	COTAS DE CONTROL CONTROL DIMENSIONS
  Foneta d'Innovació i Recerca d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú			PLÀNOL DE MUNTATGE 2º PAS - CAIXA EXTERIOR				1ª PLANO DRAWING Nº	
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA							FICHERO FILE	
							HOJA SHEET	
							3	DE OF
							4	

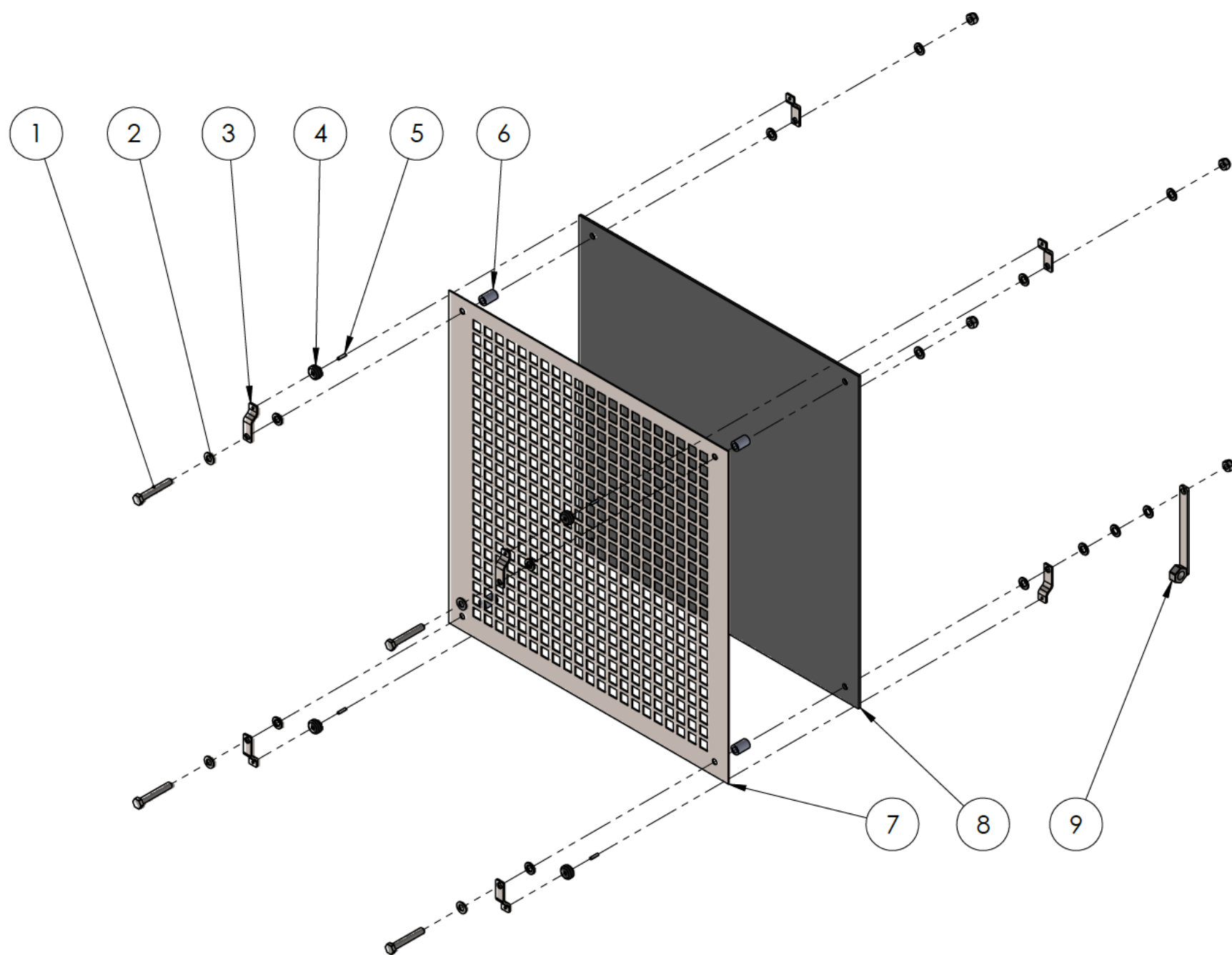


Nº	DESCRIPCIÓ	Q	MATERIAL / NORMATIVA
1	PORTA	1	-
2	PASSADOR	2	DIN 11024

MATERIAL MATERIAL				MODIFICACIÓN MODIFICATION									
ACABADO FINISH													
PESO WEIGHT					kg.	CANTIDAD QUANTITY	EDICIÓN EDITION	FECHA DATE	REALIZADO MADE	CAMBIO CHANGE			
	FECHA DATE	NOMBRE NAME	PROYECCIÓN PROJECTION	UNIDADES UNITS	FORMATO FORMAT	ESCALA SCALE	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD:			ISO 2768-			
DIBUJADO DRAWN	N. SALVO	10/2018		mm	A3	-	TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD:			ISO 13920-			
COMPROBADO CHECKED	A. BIOSCA	10/2018					SUAVIZAR ARISTAS REMOVE SHARP EDGES	COTAS DE CONTROL CONTROL DIMENSIONS		EDICIÓN EDITION			
  <div>Escuela Politécnica Superior d'Enginyeria de València ETSI UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div>				PLÀNOL DE MUNTATGE 3º PAS - PORTA						Nº PLANO DRAWING Nº			
										FICHERO FILE			
										HOJA SHEET	4	DE OF	4



MATERIAL MATERIAL				MODIFICACION MODIFICATION					
ACABADO FINISH									
PESO WEIGHT		kg.	CANTIDAD QUANTITY		EDICIÓN EDITION	FECHA DATE	REALIZADO MADE	CAMBIO CHANGE	
	FECHA DATE	NOMBRE NAME	PROYECCIÓN PROJECTION	UNIDADES UNITS	FORMATO FORMAT	ESCALA SCALE	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD:		ISO 2768-
DIBUJADO DRAWN	N.SALVO	10/2018		mm	A3	-	TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA: GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD:		ISO 13920-
COMPROBADO CHECKED	A.BIOSCA	10/2018					SUAVIZAR ARISTAS REMOVE SHARP EDGES	COTAS DE CONTROL CONTROL DIMENSIONS	XXX
  <div>Escuela Politécnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú</div> <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div>			PLÀNOL DE MUNTATGE CONJUNT PLAFÓ						Nº PLANO DRAWING Nº
									FICHERO FILE
									HOJA SHEET



Nº	DESCRIPCIÓ	Q	MAT./NORM.
1	CARGOL HEXAGONAL M12x80	4	DIN 933
2	ARANDELA PLANA M12	15	DIN 125
3	SUPORT RODA	4	-
4	RODA	4	NYLON
5	PASSADOR	4	ACER
6	SEPARADOR	4	ALUMINI Ø 12x30
7	REIXA PANELL	1	-
8	PLAFÓ PROTECCIÓ	1	-
9	MÀNEC	1	

MATERIAL		MODIFICACIÓ					
ACABADO		MODIFICACIÓ					
FINISH		MODIFICACIÓ					
PESO	kg.	CANTIDAD	UNIDADES	FORMATO	ESCALA	EDICIÓ	FECHA
WEIGHT		QUANTITY	UNITS	FORMAT	SCALE	EDITION	DATE
						REALIZADO	CAMBIO
						MADE	CHANGE
DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	PROYECCIÓN	UNIDADES	FORMATO	TOLERANCIAS GENERALES SEGÚN NORMA:	
DRAWN	N.SALVO	10/2018		mm	A3	GENERAL TOLERANCES ACCORDING TO STANDARD:	
COMPROBADO	A.BIOSCA	10/2018				ISO 2768-	
CHECKED						TOLERANCIAS GENERALES PARA PIEZAS SOLDADAS SEGÚN NORMA:	
						GENERAL TOLERANCES FOR WELDED PARTS ACCORDING TO STANDARD:	
						ISO 13920-	
						SUAVIZAR ARISTAS	COTAS DE CONTROL
						REMOVE SHARP EDGES	CONTROL DIMENSIONS
						XXX	EDICIÓ
							EDITION
PLÀNOL DE MUNTATGE						Nº PLANO	
CONJUNT PLAFÓ						DRAWING Nº	
						FICHERO	
						FILE	
						HOJA	DE
						SHEET	OF
						2	2